Die „Steinströme" der Falklandinseln.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt

von

Bernhard Stechele
aus Landsberg a. L.

Tag der mündlichen Prüfung: 5. März 1906.

MÜNCHEN
THEODOR ACKERMANN
KÖNIGLICHER HOF-BUCHHÄNDLER.
1906.

Die „Steinströme" der Falklandinseln.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt

von

Bernhard Stechele
aus Landsberg a. L.

Tag der mündlichen Prüfung: 5. März 1906.

MÜNCHEN
THEODOR ACKERMANN
KÖNIGLICHER HOF-BUCHHÄNDLER.
1906.

Inhaltsverzeichnis.

Die „Steinströme“ der Falklandinseln.

Seite

Die Falklandinseln . . . . . 1—11

Lage; Grösse; Geschichte; Siedelungen; wirtschaftliche Bedeutung; physikalische Verhältnisse; horizontale Gliederung; vertikale Gliederung; Geologie; Bewässerung; Flora; Fauna; Klima; Die „Stone Rivers“.

Beschreibung der „Stone Rivers“ . . . . . 11—16

Ihr Vorkommen; ihr Aussehen; Ausdehnung, Mächtigkeit, Neigung; Beschaffenheit der Blöcke; Lagerung; Torfinseln; „Ruinen“.

Entstehung der Steinströme . . . . . 16—87

Erklärungsversuche.

Die Steinströme kein Resultat endogener Kräfte . . . . 17—34

Erklärung der Steinströme durch Vulkan-Ausbrüche und Erdbeben . . . . . 17—30

Revolutions- und Evolutionstheorie; Trümmer-Anhäufungen durch Eruptionen und Erdbeben; kritische Bemerkungen zu Pernettys Auffassung; Anschauung Darwins; Nachweis seismischer und besonders vulkanischer Vorgänge auf Falkland in älterer Zeit; Annahme von Lavaergüssen; ernste Bedenken gegen die Anwendung der Vulkan- und Erdbebentheorie auf die Stone Rivers.

Geotektonische Vorgänge in ihrem möglichen Zusammenhang mit den Stone Rivers . . . 30—34

Schollenbrüche und andere Dislokationen; Faltungserscheinungen; Quarzitklippen.

Die Steinströme ein Resultat exogener Kräfte . 34—87

Einige von Falklandsforschern nicht näher besprochene Entstehungsmöglichkeiten . . . . . 34—36

Absturz, Stufenbruch und Bergsturz; Transport durch das Wasser.

Seite

Gletschertransport? . . . . . 36—42

Falkland kein altes Gletschergebiet; Ungunst der klimatischen Verhältnisse für eine Vergletscherung; Fehlen von Kennzeichen einer früheren Vergletscherung.

Theorie Anderssons . . . . . 42—44

Diluviale Scheemassen auf Falkland; Lawinentransport? Transport durch die Schmelzwasser der Eiszeit? Bedenken gegen den Transport durch eiszeitliche Fluten.

Theorie Thomsons . . . . . 44—87

Thomsons Erklärung der Stone Rivers; die Stone Rivers als ein besonderer Fall einer weitverbreiteten Erscheinung; Beurteilung dieser Theorie in der Literatur.

I. Abbruch der Blöcke auf den Höhen . . . . . 47—56

Mechanische Verwitterung . . . . . 47—51

Auswitterung weicher Schichten aus harten und Abbruch der letzteren; Wesen der mechanischen Verwitterung auf Falkland; Erosion des Windes („Deflation"); Erosion des Regens; gemeinsame Arbeit von Wind und Regen.

Natur-Ruinen . . . . . 51—56

Definition; berühmte Ruinen; Entstehung der Ruinen auf Falkland: mauerartige Ruinen; Ruinen gleich Amphitheatern.

II. Transport der Blöcke . . . . . 56—87

Chemische Verwitterung . . . . . 57—59

Torfbildung auf Falkland

Theorie der Bodenbewegungen . . . . . 59—76

Literatur, Begriff der Bodenbewegungen; pseudoglaziale Erscheinungen.

1. Massenumlagerungen in oberflächlichen Erdschichten . . . . . 61—65

Die bei der Bildung moränenartigen Bodens in Betracht kommenden Agentien; der Warp; Anteil der chemischen Verwitterung an warpähnlichen Bildungen.

2. Massenbewegungen und Massentransporte . . 65—72

Weitere Ursachen von Bodenbewegungen, Bewegungsart, ungleiche Anhäufung des Warp; Richtung der Bodenbewegungen; Abrutsch fester Gesteinsbänke auf durchweichten Schichten und umgekehrt; diluviale Schlottermassen im Warp; der Warp — alte Meereshalden; Neigungswinkel bei Bodenbewegungen; Verflachung und abnorme Lagerungsverhältnisse als Folgen solcher Bodenbewegungen; Druckwirkungen gleitender Terrainmassen.

Seite

3. Beispiele von Bodenbewegungen . . . . . 72—76
Obere Lehmgrube bei Langenzenn; ein Terrainrutsch bei Bamberg; weitere Vorkommnisse in Bayern, ferner in Thüringen; ausserdeutsche Vorkommnisse.

Gesteinstransport in Moor- und Torfboden . 76—79
Moorströme; Einsinken schwerer Gegenstände im schwammigen Vegetationsboden; Beispiele von Massentransporten im Sumpf- und Moorboden.

Kritische Bemerkungen zur Theorie Thomsons . . . . . 79—84
Widerlegung der von Schulz erhobenen Einwände. Vallentins Gegengründe und ihre Würdigung; J. Geikies Anschauung; Ergänzungen zu der etwas fragmentarischen Erklärung Thomsons.

Eine Modifikation der Theorie Thomsons . . . . . 84—87
Vergleich der Stone Rivers mit Schuttbildungen im Hunsrück; Möglichkeit des Abrutsches der die Stone Rivers zusammensetzenden Blöcke auf erweichter diluvialer Sand- und besonders Tonunterlage.

Felsenmeere . . . . . 87—91
„Stone Rivers“ oder „Felsenmeere“. Entstehung der Felsenmeere.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549821_0134

Hauptquellen.

I. **Dom Pernetty,** Histoire d'un voyage aux Isles Malouines, Nouvelle Edition, Paris 1770, 2 Bände. Besonders Chap. XVIII, Tome II, P. 1—7.

II. **Charles Darwin,** Journal of Researches into the Natural History and Geology of the Countries visited during the voyage of H. M. S. Beagle round the world under the Command of Kapt. Fitz Roy R. N., London 1860.

Übersetzungen:

1. Darwins Reise. Aus dem Engl. der 15. Aufl. des Originals. Mit einer Einleitung und Anmerkungen von Dr. Alfr. Kirchhoff. Halle 1893.
2. Charles Darwin, Reise eines Naturforschers um die Welt. Aus dem Engl. übersetzt von J. Victor Carus, Stuttgart 1875, S. 216—234.

III. **C. Wyville Thomson,** The Atlantic, Vol. II., 1877, P. 245—250.

IV. Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger, during the years 1873—1876, und zwar:

1. Narrative of the Cruise Vol. I, Part II,

und besonders:

2. Renard, Rocks of the Falkland Islands, Physics and Chemistry. Vol. II, Part VII, 1889.

V. **M. J. Dumont-D'Urville,** Flore des Malouines. Mémoires de la Société Linéenne de Paris, précédés de son Histoire pendant l'année 1825. Tome quatrième, P. 573—621, Paris 1826.

VI. **Gustav Schulz,** Ein Besuch auf den Falkland-Inseln. Globus, Illustrierte Zeitschrift für Länder- und Völkerkunde. LX. Band, S. 183.

VII. **H. G. Andersson,** Die wissenschaftlichen Arbeiten der schwedischen Südpolar-Expedition auf den Falklandinseln und im Feuerland 1902. Petermanns Geogr. Mitteilungen, 49. Band, 1903, II. H., S. 33.

VIII. **Rupert Vallentin,** Notes on the Falkland Islands. Memoirs and Proceedings of the Manchester Literary & Philosophical Society (Manchester Memoirs). Vol. XVIII, 1903—04.

IX. **James Geikie,** I. The Great Ice Age. Third Edition. London, Edward Stanford 1894, Chapter XL, P. 722.

II. „The Movement of the Soil-cap." (Nature, Vol. XV, 1877, S. 397).

X. **C. Darwin,** On the Geology of the Falkland Islands. The Quarterly Journal of the Geolog. Society of London. II. Vol., 1846, Part 1—2. Ebenda:

XI. **John Morris** and **Daniel Sharpe,** Description of Eight Species of Brachiopodous Shells from the Palaeozoic Rocks of the Falkland Islands.

XII. **J. Lorié,** Contributions à la Géologie des Pays-Bas, Chap. IV: Les Phénomènes pseudo-glaciaires en Hollande, P. 70—76 (Archives du Musée Teyler, 1892, Serie II, Vol. III).

Andere Quellen über Falkland.

1. **R. Fitzroy,** Narrative of the Surveying Voyages of H. M. S. „Adventure" and „Beagle" between the years 1826 and 1836. 3 vols. Lond. 1839.
2. **J. D. Hooker,** The Botany of the Antarctic Voyage of H. M. discovery ships „Erebus" and „Terror" in the years 1839—1843. Under the command of Captain Sir James Clark Ross, Lond. 1847.
3. **H. N. Mosely,** Notes by a Naturalist. An account of observations made during the voyage of H. M. S. „Challenger" round the world, in the years 1872—1876, Ed. 2, Lond. 1872.
4. **A. G. Bulter,** On a small Collection of Lepidoptera from Darwin Harbour, Falkland Islands. (Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 6, vol. 12, p. 207, 1893.)
5. **A. H. Evans,** Birds (The Cambridge Natural History, Vol. 9, 1899).
6. **Rupert Vallentin,** Notes on the Flora and Fauna of the Falkland-Islands. (Journ. Roy. Inst. Cornwall, vol. 14, part 2, 1901.)

Die „Stone Rivers“ der Falklandinseln.

Die Falklandinseln.

Die den Engländern gehörenden Falklandinseln[1]) befinden sich im Südatlantischen Ozean, 450 km von der Magellanstrasse entfernt, und erstrecken sich vom 51.° bis fast 53.° s. Br. und von 57° 40′ bis 61° 30′ w. L. v. Gr. (Vgl. hier und im folgenden die Kartenskizze[2]) im Anhang.) Am südlichen Rande der Oekumene gelegen, bilden sie also einen Teil des alten Australlandes, d. h. jenes lange Zeit grösstenteils unbekannten und bis auf James Cook für sehr ausgedehnt gehaltenen Landgebietes, das sich, in Inseln aufgelöst, südlich von den Molukken, dem Kap der guten Hoffnung und der Magellanstrasse ausbreitet und dessen Name sich noch in unserem seit Joh. Reinh. Forster als fünfter Erdteil betrachteten „Australien“ erhalten hat. Nach Lage und Klima gehört Falkland der südlich gemässigten, höchstens der subantarktischen Zone an.[3]) Für die Erforschung der antarktischen Welt hat es von jeher als Ausgangs- und Stützpunkt grosse Bedeutung gehabt. Lage.

Der Archipel besteht aus zwei grossen Inseln, Ost- und Westfalkland, und etwa 200 kleinen. Der Gesamtflächen- Grösse.

[1]) Man schreibt besser „Falklandinseln“ als „Falklandsinseln“, da Falkland ein Personenname ist. Vgl. die Schreibung „Bismarck-Archipel“, „Franz Joseph-Land“ (z. B. in Siever's Allg. Länderkunde, 2. Aufl. 1902). Da man bereits „Ostfalkland“ und „Westfalkland“ sagt, so dürfte auch die verkürzte Bezeichnung „Falkland“ für „Falklandinseln“ gestattet sein.

[2]) Die Karte der englischen Admiralität ist die beste, die wir von den Falklandinseln besitzen.

[3]) Wenn ältere Geographen die Falklandinseln und andere Gebiete nördlich des Südpolarkreises bereits zur Antarktis zu rechnen pflegen, so mag das auf den Umstand zurückzuführen sein, dass, wie Darwin bemerkt, die Gletscher und Eisberge im S. um 20° näher zum Äquator rücken als im N.

inhalt der Landmasse beträgt 12532 qkm,[1]) reicht also nicht an den Oberbayerns heran.

Geschichte. Die Geschichte der Falklandinseln ist jung, aber abwechslungsreich. Die ersten Europäer, die ihren Fuss auf das Gestade der einsamen Inseln setzten, fanden sie gänzlich unbewohnt. Gesehen wurden sie schon von Davis i. J. 1592. Richard Hawkins segelte längs ihrer Nordküste 1594 und verlieh ihr, seiner Königin Elisabeth zu Ehren, den Namen: „Hawkins Maiden Land" oder Virginien. Im Jahre 1598 besuchte sie Sebald van Weert, ein holländischer Admiral, und nannte sie „Sebaldinseln". Cowley glaubte 1686 in den patagonischen Gewässern ein Inselland entdeckt zu haben, das er „Pepys-Insel" nannte. Da die Suche nach derselben erfolglos war, haben sie manche spätere Seefahrer für ein Truggebilde erklärt; andere haben ihre Identität mit den Falklandinseln angenommen. Strong fuhr 1690 zwischen den beiden Hauptinseln hindurch und hiess die Meeresstrasse nach seinem Gönner, dem Lord Falkland, „Falklandsund". Der Name des englischen Staatsmannes hat sich später auf den Gesamtarchipel übertragen. Nach Frezier (Voyage de la mer du Sud) wurden jedoch die Inseln wahrhaft entdeckt erst seit 1700 durch Schiffer aus Saint Malo (in der Oberbretagne), die nun alle Jahre die fischreichen Küsten besuchten. So erklärt sich der Name „Malouines", span. Malvinas, deutsch Malwinen, der sich lange als Bezeichnung für die ganze Inselgruppe erhalten hat. Die Seeleute haben von jeher ihren Ruhm darin gesucht, den von ihnen entdeckten Gebieten Namen zu verleihen. Daher kommt es, dass unsere Inseln wiederholt Namenstaufen erfuhren. Wie aber die Engländer mit ihren Ansprüchen auf die Inseln das Feld behauptet haben, so ist auch der von ihnen verliehene Name „Falkland" sieghaft geblieben.[2])

---

[1]) Sievers, Amerika, 2. Aufl., S. 43.

[2]) Bei der Benützung englischer und französischer Quellen über die Geschichte der Falklandinseln empfiehlt sich einige Vorsicht, da sie den eifersüchtigen Gegensatz widerspiegeln, der zwischen diesen beiden Nationen wegen des Besitzes der Inseln bestand.

Um 1714 benannte sie M. Fouquet aus St. Malo „Anican" nach seinem Rheder. Der niederländische Admiral Jacob Roggeveen bezeichnete sie 1721 als „Belgisches Australien", weil sie in der gleichen, wenn auch entgegengesetzten Breite von Belgien liegen.[1]) Im Februar 1764 nahm Louis de Bougainville, der Frankreich für den eben erlittenen Verlust Kanadas durch Entdeckung neuer Länder im Süden entschädigen wollte, feierlich im Namen des französischen Königs von ihnen Besitz und gründete auf Ostfalkland (in älteren Werken auch Soledad und Conti genannt),[2]) die jetzt fast ganz verlassene Kolonie Port Louis.[3]) Erst ein Jahr später, am 23. Januar 1765, hisste John Byron, der Kommandant des „Dolphin", die englische Flagge an der Küste von Port Egmont[4]) in Westfalkland auf.[5])

Wenn wir also in dem Streite der Engländer und Franzosen, die beide als die Entdecker und rechtmässigen Eigentümer der Inseln gelten wollen, Stellung nehmen, so müssen wir zwar den Briten die Priorität in der Entdeckung des Archipels zugestehen, aber auch anerkennen, dass ihnen in

---

[1]) Einige andere Benennungen sind noch bei Pernetty I, P. 14 und 15 angegeben.

[2]) Wie die ganze Inselgruppe verschiedene Benennung erfahren hat, so tragen auch die einzelnen Inseln und deren Teile, die Buchten und Berge verschiedene Namen, was in Ermangelung eines zusammenfassenden Werkes über die Falklandinseln Demjenigen die Arbeit erschwert, der bemüht ist, aus den oft dürftigen Quellen sich ein Bild von der Beschaffenheit der Inseln zu machen.

[3]) S. Pernetty I, S. 376.

[4]) Von J. Byron so benannt nach dem damaligen ersten Lord der Admiralität, dem Grafen Egmont, der hauptsächlich die Entdeckungsfahrt veranlasst hatte.

[5]) Nicht schon 1761, wie W. Thomson (The Atlantic, Vol. II, S. 206) behauptet. Die Tatsache, dass die Franzosen vor den Engländern von Falkland Besitz ergriffen haben, dürfte durch folgende Quellen erhärtet sein:

1) John Byrons Reise um die Welt. Deutsche Übersetzung. Frankfurt und Leipzig, 1769, S. 58.

2) Joh. Hawkesworth, Geschichte der Seereisen und Entdeckungen im Südmeer. Übersetzt von Joh. Friedr. Schiller. Berlin, 1774, S. 51.

3) Pernetty, a. a. O., I, S. 23 ff., S. 376; II, S. 103.

der offiziellen Besitzergreifung Falklands die Franzosen zuvorgekommen sind. Durch Kaufvertrag gingen die Falklandinseln sodann 1766 von den Franzosen auf die Spanier über. Bougainville selbst war es, der zwischen den beiden Regierungen wegen der Übergabe verhandelte und einen spanischen Gouverneur mit Besatzung in Buenos Aires an Bord einer französischen Fregatte nahm, um sie in den Besitz Falklands zu setzen.[1]) Um dieselbe Zeit gründeten die Engländer am Port Egmont auf Saunders Island, gegenüber der nahen Küste Westfalklands, Fort George. Zwar zerstörten bereits 1770 die Spanier die kleine Kolonie, sahen sich aber schon ein Jahr darauf gezwungen, die Eilande an Grossbritannien abzutreten. 1820 erhob Argentinien Anspruch auf die wieder unbewohnten Inseln und gründete an dem alten Port Louis eine Niederlassung durch eingeführte Sträflinge. Schon von den Spaniern waren die Inseln als Strafkolonie benutzt worden, und als Darwin dorthin kam (1833), bestand die Bevölkerung zur Hälfte aus Rebellen und Mördern. Die argentinische Regierung verlieh die Besitzung an den Hamburger Louis Vernet, der mit amerikanischen Robbenschlägern in Streit kam, worauf ein amerikanisches Kriegsschiff 1831 die Niederlassung zerstörte. 1833 wussten die Engländer ihre alten Ansprüche wieder geltend zu machen, und seitdem bilden die Inseln eine wenn auch nicht von den anderen beteiligten Staaten anerkannte englische Kolonie unter einem Gouverneur.

Die Kolonisation durch die Engländer begann aber erst seit 1840, und 1847 lebten nur 270 Menschen auf der Ostinsel, während die Westinsel ganz unbewohnt war. Auch im Jahre 1901 belief sich die Bevölkerungsziffer bloss auf 2043 Seelen. Die Falklandinseln haben also bis jetzt eine langsame Entwicklung durchgemacht. Galten sie doch seit ihrer Entdeckung für so wertlos, dass man sich kaum die Mühe gab, sie in Besitz zu nehmen oder sie zu behaupten. Allein nunmehr ist begründete Aussicht vorhanden, dass sich die Inseln rascher

[1]) Pernetty, a. a. O., II, S 103.

heben werden, und England wird sich kaum mehr dazu verstehen, sie aus der Hand zu geben.

Siedelungen.

Plätze von einiger Bedeutung sind nur auf Ostfalkland und zwar an der Ostküste. Hier ist Hauptort und zugleich Sitz des Gouverneurs Port Stanley oder Stanley Harbour. Es hat etwa 800 Einwohner und besitzt Kirchen, Schulen und Gasthöfe. Unter der Bevölkerung befinden sich auch Deutsche. Die längs der Küste gebaute Stadt zeichnet sich durch Reinlichkeit aus; die schmucken Häuser sind mit Schiefer gedeckt. Der Hafen heisst Port William; am Eingang erhebt sich ein eiserner Leuchtturm. Port Stanley ist auch der Sitz eines anglikanischen Bischofs, der wohl die grösste Diözese der Welt besitzt. Denn sie umfasst ganz Südamerika mit Ausnahme von Britisch-Guyana.[1]) Der zweitgrösste Ort ist Port Darwin am Choiseul-Sund. Ausserdem liegen auf Ostfalkland noch die Plätze Fitzroy Island Harbour und Fox Point. Von den kleinen Inseln sei Keppel Island im N.W. von Westfalkland erwähnt. Hier ist eine blühende Anstalt der südamerikanischen Mission, in welcher Kinder von Feuerländern unterrichtet und erzogen werden. Nach vollendeter Ausbildung kehren sie wieder in die Heimat zurück.

Wirtschaftliche Bedeutung.

Die Falklandinseln können sich keineswegs hoher natürlicher Vorzüge rühmen. Der Anbau des Bodens lohnt sich so wenig wie der Bergbau. Die eigentliche Bedeutung der Hauptinseln beruht in der Viehzucht, wozu sie sich vorzüglich eignen. „Die Bullen", sagt Darwin, „gleichen mit ihren ungeheuren Köpfen und Nacken den griechischen Skulpturen." Doch ist dieser alte Schlag nur noch selten anzutreffen, weil die Tiere der Häute wegen schonungslos getötet wurden. Merkwürdigerweise degenerierten dagegen die eingeführten Pferde. Kaninchen, die sich jahraus, jahrein im Freien aufhalten können, gab es früher in grosser Menge, jetzt haben sie merklich abgenommen. Den wichtigsten Erwerbszweig bildet die Schafzucht. Sie wird von der „Falklandgesellschaft", deren Sitz in London ist, in ausgedehntem Masstabe und

[1]) Wyv. Thomson, The Atlantic, Vol. II, P. 210.

mit grossem Erfolge betrieben. Wolle und Talg sind daher die Haupthandelsartikel.

Physikalische Verhältnisse.

Nach diesem kurzen einleitenden Kapitel aus der politischen Geographie der Falklandinseln müssen wir ihre physikalische Beschaffenheit näher kennen lernen. Doch soll hier nur mit den notwendigsten Strichen das Landschaftsbild der Hauptinseln gezeichnet werden, während es uns vorbehalten bleiben muss, im Hauptteile der folgenden Untersuchung auf einzelne in Betracht kommenden physikalischen Bedingungen des Landes näher einzugehen.

Horizontale Gliederung.

Ost- und Westfalkland dehnen sich von N.O. nach S.W. aus und erfreuen sich einer ausserordentlich reichen Gliederung, die manchmal bis zur förmlichen Zerrissenheit der Küstenlinie sich steigert. Dann ist diese in ein Gewirr von Halbinseln und Inseln aufgelöst. Das Meer greift mit langen, fjordartigen Armen tief ins Land hinein und schnürt wiederholt die Landmasse zusammen, so besonders stark auf Ostfalkland durch den Choiseul-Sund im O. und den Brenton-Sund im W. Ein schmaler, nur wenig über 2 km breiter Isthmus verbindet hier die nördliche Halbinsel mit der südlichen. Die tiefeinschneidenden Hauptbuchten werden als Sunde und deren zahlreiche Abzweigungen als Creeks bezeichnet. Andererseits ragen auch oft sonderbar gestaltete, kleine und grosse Halbinseln kühn in die See hinaus. Das wichtigste Verkehrsmittel ist also hier das Boot. Die zahlreichen Buchten zeichnen sich durch ihren Fischreichtum aus und bilden gute Häfen.

Vertikale Gliederung.

Die Küste Ostfalklands ist meist felsig, manchmal auch flach und sandig. Die Höhenzüge verlaufen ostwestlich, was sich auch in der Konfiguration der Küste und in der Erstreckung der Inseln ausdrückt: diese und die Landzungen liegen in der Axenrichtung der Gebirge. Die nördliche Inselhälfte wird von den scharf abfallenden, zerklüfteten und daher nicht leicht übersteigbaren Wickham-Höhen durchquert, die eine Höhe von 605 m[1]) erreichen. In der Nähe

[1]) Die Höhenangaben sind unter Umrechnung des Fussmasses ins Metermass (1 foot = 0.3048 m) der Karte der englischen Admiralität entnommen.

finden sich noch einige andere nicht unbeträchtliche Erhebungen, so westlich der Mount Usborne mit 684 m und nördlich der Mount Simon mit 488 m. Sonst gibt es nur wenige Rücken, die über 60 m hoch sind. Vielmehr dehnen sich im Innern weite Torfebenen oder sanft sich neigendes Hügelland aus. Die Küste der Westinsel ist noch felsiger. Die Adams-Berge im N. ragen bis zu 698 m empor und bilden also die höchste Erhebung Falklands.

Geologie.

Ohne Zweifel waren die Falklandinseln einmal mit Südamerika durch eine Landbrücke verbunden. Noch jetzt reicht ein im Mittel nur 100 Faden tiefes submarines Plateau, die „Patagonische Bank", zum Kontinent hinüber, während östlich von den Inseln das Meer bald grössere Tiefen annimmt. Auch stimmt die Vegetation der Ostküste Feuerlands und Patagoniens mit der Falklands auffallend überein. Allerdings mag hiezu der Umstand beitragen, dass der Falkland- und Kap Hoornstrom gewiss viele Pflanzenkeime hinüberführen. Die Fauna der Gegengestade ist auch so ziemlich dieselbe.

Trotz dieses früheren Zusammenhangs mit dem Festland gewährt die Falklandgruppe ein anderes geologisches Bild als die Spitze Südamerikas. Die Falklandinseln sind paläozoisch, der Kontinent ist dort tertiär und posttertiär. Hier sind es eben die gewaltigen Kordilleren, unter deren Herrschaft auch der Osten des südlichsten Amerikas steht. Im Tertiär aus den Tiefen des Meeres emporgehoben, ist das Gebirge noch in diesem Zeitraume und in höherem Grade in den folgenden Epochen einer teilweisen Abtragung unterworfen worden. Weit und breit liegen, oft in mächtigen Lagern, Gesteinsbrocken und besonders diluviales Gerölle umher, das den Weg vom Gebirge bis zur Ostküste fand. Falkland muss in dieser Zeit schon ein individuelles Landgebiet gewesen sein. Jedenfalls ist es nicht sicher nachgewiesen, dass die Spuren jenes Gebirges bis zu den Inseln herüberreichen.[1]) Sehr wahrscheinlich hat dagegen die Transgression

[1]) Nur Kapitän Sulivan glaubt auf der Westinsel untergeordnete Spuren der Tertiär- und Geschiebeformation ähnlich denjenigen Feuerlands gefunden zu haben (C. Darwin, On the Geology of the Falkland Islands).

des Kreidemeeres auch die Falklandinseln betroffen. Die in jener Zeit abgelagerten, jedenfalls ziemlich mässigen Schichten sind aber durch die Tätigkeit des fliessenden Wassers und der bewegten Luft wieder abgetragen worden.

Der Schichtenaufbau weist auf beiden Hauptinseln grosse Ähnlichkeit auf. Auf Gneis und Granit ruhen hellbraune oder bläuliche Tonschiefer nebst untergeordneten Schichten von gelblichem Sandstein. Sie gehen unmerklich in einen teils geschichteten, teils körnigen Quarzit von weisslicher Farbe über, ein Gestein, das bekanntlich häufig in paläozoischen Schichten vorkommt. Aus ihm bestehen die Bergspitzen, während die Tonschiefer und Sandsteine das niedere Land zusammensetzen. Faltungserscheinungen sind häufig. Im Tonschiefer werden Petrefakten selten, im Sandstein dagegen sehr oft gefunden. Sie gehören dem oberen Silur und dem unteren Devon an und unterscheiden sich wenig von den gleichalterigen Felsen Europas und Südafrikas.[1]) Die englischen Geologen John Morris und Dan. Sharpe haben die von Darwin gesammelten Fossilien beschrieben.[2]) Sie zählen fast alle zur Familie der Brachiopoden; es sind folgende acht Arten: 1. Chonetes Falklandica, 2. Orthis Sulivani, 3. Orthis tenuis, 4. Orthis concinna, 5. Atrypa palmata, 6. Spirifer Hawkinsii, 7. Spirifer antarcticus, 8. Spirifer Orbignii. Ausserdem befanden sich in der Sammlung noch eine Orbicula (eine der mesozoischen Aera angehörende Brachiopodenart),[3]) Stücke von Krinoidenstengeln, eine Avicula (Vogelmuschel) und Fragmente von einem Trilobiten.

Bewässerung.

Ost- und Westfalkland sind sehr gut bewässert. Zahlreiche Bäche und kleine Flüsse ergiessen sich ins Meer, und schöne Süsswasserseen sind in der Ebene wie in höheren Lagen sehr häufig.

---

[1]) Letzteres darf uns nicht in Verwunderung setzen. Auch die lebenden Schaltiere und Fische sind, wo ihnen keine Landbarrieren entgegenstehen, weit über die Meere verbreitet. Bewohner der kälteren Seestriche brauchen ja nur, wie Darwin bemerkt, in die Tiefe zu tauchen, um die ihnen zusagende Temperatur vorzufinden.

[2]) Siehe „Hauptquellen", XI!

[3]) Fr. Aug. Quenstedt, Handbuch der Petrefaktenkunde, 2. Aufl., S. 588.

Die Pflanzenwelt der Inseln stimmt mit der Feuerlands überein und weist so grosse Ähnlichkeit mit der des nördlichen Europa auf, dass M. J. Dumont-D'Urville[1]) sagt: „Der Botaniker, der plötzlich von Morbihan (Dep. Bretagne) auf die Küste von Var (Dep. Provence) versetzt würde, wäre mehr in die Fremde geschickt, als wenn er sogleich auf die Falklandinseln käme." Der französische Gelehrte benennt 217 Arten falkländischer Pflanzen, 120 Phanerogamen und 97 Kryptogamen. Die ersteren würden sich höchstens auf 140 Arten ergänzen lassen, während die Liste der Kryptogamen vielleicht noch eine Verdopplung erfahren könnte. Bäume fehlen gänzlich.[2]) Ihre Stelle vertreten niedere Sträucher, nämlich: Chiliotrichum amelloides, Empetrum rubrum, Pernettia empetrifolia, Baccharis tridentata, Myrtus nummularia. Man findet im Inneren stundenweit den Boden fast einzig mit einem eng geschlossenen Teppich von nur drei Grasarten bedeckt (Festuca erecta, Arundo antarctica, Arundo pilosa), die den Inseln ihr landschaftliches Gepräge

Flora.

---

[1]) Auf dem Gebiete der zoologisch-botanischen Erforschung der Inseln gebührt die Palme den Franzosen (Pernetty, Gaudichaud, D'Urville), welche die Falklandregion fast völlig erschlossen haben; um die Untersuchung der geologischen Verhältnisse haben sich die Engländer verdienter gemacht (Darwin, Sulivan, Thomson).

[2]) Das Holz, das Pernetty zu seiner Verwunderung an dem Gestade der baumlosen Ostinsel liegen sah, ist natürlich von den Meeresströmungen (Falkland-, Kap Hoorn-, Brasilstrom) angetrieben worden. (Vgl. Joh. Hawkesworth, Geschichte der Seereisen und Entdeckungen im Südmeer, 1. Bd. Deutsch von Johann Friedrich Schiller, Berlin 1774, S. 49). Doch fand der Walfischfänger Larsen (vgl. Carsten Borchgrevink, Das Festland am Südpol, 1904, 1. Heft, S. 6) auf den Inseln südlich vom Kap Hoorn versteinertes Holz, das nicht Treibholz war, woraus der Schluss gezogen wird, dass dort im Gegensatz zu heute einst eine Baumflora gedieh. Durch die schwedische Südpolarexpedition (1902—1904) ist festgestellt, dass die Insel Seymour einst einen stattlichen Laubwald mit einer reichen Fauna pflanzenfressender Tiere getragen hat. Dadurch ist der Nachweis erbracht, dass die höheren südlichen Breiten geradeso wie die arktische Zone einen Klimawechsel erfahren haben (Siehe: Supan, Die wichtigsten Ergebnisse der schwedischen Südpolarexpedition. Pet. Mitt., 1904, I. Heft, S. 31. Ferner: Sievers-Kükenthal, Australien, Ozeanien und Polarländer, 1902, S. 508).

verleihen. Moose und Flechten kommen massenhaft vor. Die botanischen Merkwürdigkeiten der Inseln sind der Balsambog (Bolax glebaria oder Azorella glebaria) und das Tussokgras (Dactylis caespitosa). Der Balsambog, eine Doldenpflanze, wächst ausserordentlich langsam und verdichtet sich durch beständige Verzweigung so sehr, dass der Knäuel hart wie Stein wird. Diese ein Meter hohen und etwa zwei Meter breiten, halbkugeligen Erhöhungen, die oft nahe bei einander über den Boden gestreut sind, gewähren aus einiger Entfernung ganz den Anblick von grossen grünen Blöcken, wofür sie auch anfangs wirklich gehalten wurden. Die Täuschung wird dadurch erhöht, dass sie mit Flechten bedeckt sind und dass aus Spalten, in denen sich Erde gesammelt hat, Grasbüschel wachsen. Die Pflanze schwitzt ein Harz aus, das die Hirten im Spiritus auflösen und nun als Balsam für Wunden und Geschwüre verwenden. Daher der Name des Gewächses. Das Tussokgras wächst in dichten, schilfartigen Büscheln von 2–3 m Höhe. Es bildet ein leckeres Futter für das Vieh, das die ganze Pflanze mit Begierde abfrisst und selbst, wenn möglich, noch die Wurzel herauswühlt. Daher ist diese Futterpflanze auf den grossen Inseln schon ziemlich selten geworden.

Fauna. Das einzige einheimische Landsäugetier, der grosse wolfsartige Falklandfuchs (Canis antarcticus), ist nunmehr fast ausgestorben. Das letzte (?) Exemplar wurde im Jahre 1876 auf Westfalkland getötet. Wir haben hier das merkwürdige Beispiel, dass eine ganze Art vor unseren Augen vom Erdboden verschwindet. Ein gleiches Schicksal hat bekanntlich auch den Dodo (Didus ineptus) getroffen, den ausgestorbenen Vogel von Mauritius, und den Moa (Dinornis), den neuseeländischen Vogelgiganten, der das edelste Jagdtier der Maoris war. Pinguine, Robben und Seelöwen[1]) beleben die Küstengewässer. Allerdings hat der Mensch bereits ein solches Vernichtungswerk unter ihnen angerichtet, dass man ihre Ausrottung durch Schongesetze verhüten musste. Walfänger

[1]) Pernetty rechnet den Lion marin und den Loup de mer nicht zu den Säugetieren, sondern zu den Amphibien (Histoire d'un Voyage etc. II, S. 40).

legen viel bei den Inseln an, denn in der Nähe treffen sie schon auf ihre Beute. Darwin und Thomson sprechen mit Bewunderung von der ausserordentlichen Zahmheit der Vögel auf den Falklandinseln, die in schroffem Gegensatze stehe zu der äussersten Wildheit derselben an der Magellanstrasse. Im Feuerlande waren eben die Tiere schon viel früher vom Menschen bedroht. Jetzt werden sie auch auf Falkland durch die fortgesetzten Verfolgungen vorsichtiger geworden sein.

Klima.

Falkland besitzt ein gesundes, aber rauhes Seeklima. Das Temperaturmittel für das Jahr beträgt 6,1 ° C. Die Luft ist ungemein bewegt, das Wetter meist trüb und regnerisch. Gar selten liegt Sonnenschein auf den öden Inseln. Erinnert man sich dazu des zum Teil mit braunem Grase bedeckten Moorbodens und der blassen Quarzithöhen, die sich „gleich zerstörten Steinwällen" (Thomson) aus dem düsteren Grunde erheben, der wilden Gesteinstrümmer an den Küsten und in den Tälern, so nimmt es uns nicht wunder, wenn die Inseln von fast allen Besuchern als unwirtlich und ungastlich geschildert werden.

Die „Stone Rivers".

Die eben erwähnten Gesteinsanhäufungen sind es, die das höchste Interesse aller hervorgerufen haben, welche sie gesehen und bewundert. Die folgenden Ausführungen beschäftigen sich mit der Beschreibung und Erklärung dieses eigenartigen, unter dem Namen „Stone Rivers" oder „Steinströme" bekannten Phänomens.

Beschreibung der „Stone Rivers".[1])

Ihr Vorkommen.

Die Steinströme sind auf Ostfalkland häufiger als auf der Westinsel, und besonders in der Nähe von Port Stanley kommen sie zahlreich vor. Hier sind die Hügelabhänge,

[1]) Selbständige Beschreibungen, die auf eigener Anschauung beruhen, besitzen wir von Pernetty, Darwin, Wyv. Thomson und Rupert Vallentin. Renard und Schulz haben zwar auch die „Stone Rivers" selbst gesehen, doch beziehen sich beide auf ältere Darstellungen, indem Renard diejenige Darwins und Thomsons zusammenfasst, Schulz die Darwinsche wiedergibt. Loriés Autor ist Thomson, J. Geikies Autor Darwin. In unseren Konversations-

die Täler und Schluchten gewöhnlich mit einer Unzahl von Blöcken bedeckt.

Ihr Aussehen.

Diese kommen aber nicht in unregelmässigen Haufen vor, sondern sie sind, wie Darwin sagt, in horizontalen Lagen wie durch die überwältigende Kraft einer schwingenden Bewegung des Erdbodens über das Tal hin ausgebreitet. Man könnte, bemerkt Pernetty, meinen, sie wären durch Menschenhand in der Absicht aufgeschüttet, die Bodensenkungen auszufüllen. Fast immer kann ein Hauptstrom unterschieden werden und kleinere Zuflüsse, die meist rechtwinklig einmünden. Alle Reisenden, welche die Steinströme gesehen haben, drücken die lebhafteste Bewunderung über die Grossartigkeit und Seltsamkeit dieses Phänomens aus und ermüden nicht, uns durch Vergleiche das merkwürdige Naturbild zu veranschaulichen. Nach Thomson ist die Wirkung von einiger Entfernung aus die eines gewaltigen Gletschers, der von den Nachbarhöhen herabsteigt und, von Nebenströmen gespeist, allmählich zunimmt, bis er die Küste erreicht. Derselbe Naturforscher vergleicht den Anblick, welchen der vom Meere blossgelegte Durchschnitt der Steinströme an der Küste gewährt, mit dem eines ausgemauerten Abzugsgrabens von ungeheurer Grösse, wobei der Abfluss in einem Kanal rinnt, der von locker übereinandergestürzten Steinblöcken überwölbt ist. Nach Darwin endlich können wir uns die Sache so vorstellen, als wenn Ströme weisser Lava von vielen Teilen der Berge in das niedere Land geflossen und bei ihrem Festwerden durch eine gewaltige Konvulsion in Myriaden von Bruchstücken zerborsten wären. Aus dieser Vorstellung leiten sich auch die Namen „Stone Rivers", „Streams of Stones" und „Stone Runs" ab, wie englische Reisende diese Naturerscheinung zu bezeichnen pflegten, und oben genannter Forscher versichert, dass sich diese Bezeichnung noch jedem an Ort und Stelle aufdrängte. In der Tat, wenn man die von Schulz nach einer Original-

---

lexiken wird ihrer nicht gedacht. Von deutschen geographischen Werken finden wir sie nur in S. Günthers Handbuch der Geophysik, II. Bd., 1899, S. 882 und in dem Werke von Hans Hess „Die Gletscher", 1904, S. 396 kurz besprochen.

photographie[1]) gegebene Abbildung eines solchen Steinstroms (s. Anhang Fig. 3) betrachtet, muss man die Berechtigung dieses Ausdrucks zugeben. In der Ferne mag wohl ein derartiges Steinlager den Anblick einer ungeheuer grossen weidenden Schafheerde darbieten.

Ausdehnung, Mächtigkeit, Neigung.

Die Länge der Stone Rivers schwankt sehr stark. Einige messen nur wenige Meter, andere wieder über 2 km. Die Breite ist etwa halb so gross wie die Länge. Die Dicke oder Mächtigkeit[2]) muss ziemlich bedeutend sein. Denn obwohl die Spalten zwischen den unteren Bruchstücken jedenfalls mit Sand ausgefüllt sind, hört man doch das Wasser tief unter der Oberfläche durch die Steine tröpfeln. Merkwürdigerweise ist die Neigung der Steinströme sehr gering; sie beträgt gewöhnlich nur $2—3^0$, sodass sie kaum wahrgenommen werden kann. Sie wäre, sagt Darwin, nicht imstande, die Schnelligkeit einer englischen Postkutsche zu hemmen.

Beschaffenheit der Blöcke.

Die Blöcke selbst bestehen aus Quarzitgestein und sind ziemlich unregelmässig in der Form. Doch nähern sie sich im allgemeinen dem Typus des Rhomboeders. Kanten und Ecken sind in den meisten Fällen nur leicht abgerundet. Es erklärt sich diese geringe Verwitterung durch die grosse Härte der Steine. Pernetty versuchte vergebens mit einem Messer auf einem Blocke einen Namen einzukratzen. Die Oberfläche sieht nach Thomson wie poliert aus und ist mit einer sehr dünnen, aber ausserordentlich harten, weissen Flechte bedeckt. Wenn die Steine in der Sonne glänzen, rufen sie den Eindruck hervor als ob sie von einer dünnen Eiskruste überzogen wären. Die Grösse der Blöcke ist ver-

---

[1]) Schulz hat nach einer Notiz im Globus, LX. Bd., 1891, S. 183 ein mit Photographien reich ausgestattetes Album „Falkland-Islands", London, G. Gross & Co., herausgegeben.

[2]) Die Mächtigkeit könnte nur da bestimmt werden, wo ein solches Tal an der Küste mündet. Thomson schildert zwar den Anblick des vom Meere blossgelegten Durchschnittes, unterlässt es aber, die Grössenverhältnisse näher anzugeben. Pernetty spricht von einem mehr als 200 Fuss (1 pied = 32,5 cm) tiefen, mit Gesteinstrümmern ausgefüllten Tale.

schieden. Nach Darwin und Thomson beträgt ihr Durchmesser, ins Metermass umgerechnet, 3,5 und 7 dm bis 3,5 und 7 m.

Lagerung. Die Bruchstücke sind nicht etwa aneinander gefügt wie Pflastersteine; sie erscheinen vielmehr wild durcheinander gerüttelt und übereinander gestürzt, sodass sie selten mit den Flächen aufeinander ruhen, sondern gewöhnlich nur von den Ecken und Kanten der darunter liegenden Fragmente gestützt sind. Daher entstehen Spalten und Zwischenräume, und wenn auch, wie betont worden ist, die Steine in fast horizontalen Lagen das Tal bedecken, so hat doch die Oberflächenschicht infolge der unregelmässigen Lage der Gesteine ein wildes Aussehen. Darwin erzählt, er habe südlich des Berkeley-Sundes ein solches 750 m breites „Trümmertal" nur passieren können, indem er fortwährend von einem spitzen Stein auf den anderen sprang. Auch habe er unter einem der grossen Trümmer mit Leichtigkeit Zuflucht vor einem Regenschauer gefunden.

Torfinseln. Mitten im Gebiete der Steinmassen, besonders häufig aber in der Nähe der Ränder, hat der Torfboden überall da festen Fuss gefasst, wo die Steine nahe genug beieinander liegen, um ihm eine Basis zu geben. So fehlen unseren Steinströmen auch die Inseln nicht. Pernetty schätzt die Breite dieser Torfinseln auf 4—8 m, ihre Länge auf $6^1/_2$—16 m. Sie sind nur mit spärlicher Vegetation bedeckt.

„Ruinen". Eines anderen rätselhaften Werkes der Natur müssen wir noch als einer besonderen Erscheinungsform der Stone Rivers gedenken, nämlich der grossartigen Blockanhäufungen auf den Bergeshöhen. „An manchen Stellen", sagt Darwin, „zog sich ein zusammenhängender Strom der Gesteinstrümmer ins Tal hinauf und erstreckte sich selbst bis zu dem Gipfel des Berges. An diesem Gipfel schienen ungeheure Massen, in ihren Dimensionen jedes kleine Bauwerk übertreffend, in ihrem jähen Laufe plötzlich aufgehalten worden zu sein: dort lagen auch die gekrümmten Schichten der Gewölbe übereinander aufgehäuft wie die Ruinen einer ungeheuren alten Kathedrale." Diese Ruinen haben besonders das Er-

staunen des alten Reisenden Pernetty[1]) hervorgerufen. Er bedauert, das „schaurig-schöne Schauspiel", das sie ihm boten, nicht durch eine Gesamtaufnahme festhalten zu können,[2]) da ihm hiezu Zeit und Instrumente fehlten. Doch gibt er uns eine Schilderung von einer derartigen Ruine (Pern., 2. Bd., S. 3), an die sich die folgende Darstellung anlehnt:

Die Berge krönt oft ein Bauwerk eigener Art, nicht von Menschen errichtet und doch so regelmässig, wie wenn die Steine nach der Wasserwage und dem Senkblei aufgeschichtet worden wären. Es gleichen diese Steinmauern einem Stadttore von ansehnlicher Tiefe, dem aber der nach oben abschliessende Bogen fehlt. Nur die parallelen Mauern stehen noch rechts und links, und diese sind da, wo der Toreingang sich befindet, ungefähr 6—8 m hoch. So sehr erinnern diese Ruinen an einen Kunstbau, dass man sogar vorspringende und zurücktretende Winkel sieht, ferner Vorbauten von etwa 5 m und gerade verlaufende Vorkragungen oder Gesimse, die einen halben Meter vorspringen und in derselben Höhe längs der zurücktretenden Partien sowohl als auch der Vorbauten verlaufen.[3]) Ein Maler hätte da Gelegenheit, ein herrliches Ruinengemälde zu liefern.

Die Natur hat sich hier auf den weltfernen Eilanden auch sonst noch in der Rolle einer kühnen Baumeisterin gefallen. Pernetty gedenkt nämlich eines Hügels, dessen

---

[1]) Die von Pernetty beschriebenen natürlichen Ruinen setzen sich aus Platten oder Tafeln von „sehr hartem Sandstein" zusammen. Ihre Dicke beträgt etwa 5 dm, die Länge 3,3 m, die Breite 2 m. — Pernetty ist, von der kurzen Bemerkung Darwins abgesehen, der einzige, der auf eine nähere Schilderung dieses Phänomens eingeht. Auffallend ist, dass Thomson seiner gar nicht erwähnt.

[2]) Dies müssen auch wir bedauern, denn ein solches Gesamtbild wäre eine willkommene Ergänzung zu seiner Beschreibung. So sehr sich nämlich die Darstellung Pernettys durch die den Franzosen eigene geistreiche Sprache und lebhafte Phantasie auszeichnet, so wenig klar und lichtvoll ist sie hier in ihrem Zusammenhang wie in einzelnen Punkten.

[3]) Von diesen architektonischen Einzelheiten vermögen wir aus der Skizze Pernettys keine Anschauung zu gewinnen.

blossgelegte Schichten den Sitzen eines Amphitheaters gleichen.[1]) Von diesem wie von den Tormauern gibt er uns eine Skizze. (Siehe die Federzeichnungen im Anhang Fig. 1 und 2.)

Entstehung der Steinströme.

Von selbst drängt sich uns nun die wichtige Frage nach der Genesis dieser eigenartigen Naturerscheinungen auf. Ihre Untersuchung bietet umsomehr Anreiz für den Geographen, als einerseits verschiedene Forscher, die in der Geschichte der Wissenschaft einen ehrenvollen Platz einnehmen, über sie geschrieben haben, wobei Ansicht gegen Ansicht steht, und andererseits die Steinströme ein Naturrätsel darstellen, dessen Lösung wohl über manche Erscheinungen und Vorgänge in der Natur Licht verbreiten würde. Denn es ist nicht anzunehmen, dass die Natur in absonderlicher Laune ein Phänomen wie sonst nirgends hervorgebracht hätte. Es wäre gegen alle bisherige Erfahrung, wenn die Ursachen, die auf Falkland tätig sind, nicht auch anderswo sich zeigten, und wenn dem so ist, kann die Erscheinung der Steinströme nicht auf Falkland allein beschränkt sein.

Erklärungsversuche.

Die Einwohner der Insel betrachten die Stone Rivers als ein Wunder oder suchen sie den Fremden durch die seltsamsten Annahmen zu erklären. Von den Forschern, die sie gesehen und untersucht haben, liegen uns hauptsächlich drei Erklärungsweisen vor. Eine ältere, durch Pernetty[2])

[1]) Darwin sagt, Pernetty habe einige Seiten der Beschreibung eines Ruinenberges gewidmet, dessen aufeinander folgende Schichten er mit Recht den Sitzen eines Amphitheaters vergleiche. In der mir vorliegenden Ausgabe beschränkt sich der Verfasser auf ein paar Worte. Wenn also auf Seiten Darwins kein Irrtum obwaltet, so gilt seine Bemerkung für die von Pernetty selbst besorgte und uns unbekannte erste Ausgabe. Dass diese dem englischen Naturforscher vorgelegen hat, ist auch deswegen anzunehmen, weil die Seitenzahlen der von ihm und der hier benützten Ausgabe nicht übereinstimmen.

[2]) Dom Pernetty, französischer Geistlicher und Naturforscher, nahm auf Wunsch seines Königs an der Expedition Bougainvilles teil und weilte auf den Falklandinseln vom 2. Februar bis 8. April 1764. Der Landungsplatz war der Berkeley-Sund („La Grande Baie").

und Darwin[1]) vertreten, sucht in vulkanischen und besonders in seismischen Vorgängen die Ursache zur Bildung der Steinströme. Eine neuere, von Wyv. Thomson[2]) stammend, leitet ihre Entstehung auf zwei Hauptfaktoren zurück: auf die Verwitterung, welche die Blöcke aus dem Felsengerüste losgelöst hat, und auf eine selbständige, auf lokale Verhältnisse zurückzuführende Bodenbewegung, welche die Steinmassen talwärts geschafft hat. In neuester Zeit ist Andersson[3]) mit der Behauptung hervorgetreten, dass wir in den Stone Rivers das Beispiel eines grossen Detritustransportes durch Schneemassen zu erblicken hätten. In einen gewissen Zusammenhang mit dieser Anschauung darf die Erklärung des englischen Geologen James Geikie, der allerdings auf Falkland nicht gewesen ist, gesetzt werden. Nach ihm wurden die Steinströme durch die Einwirkung von Kälte und Schnee von den Höhen herabgetrieben.

Diese verschiedenen Deutungsversuche zeigen die Schwierigkeit des Problems und rechtfertigen die Absicht des Verfassers, im folgenden jede Möglichkeit der Entstehung der Stone Rivers in den Kreis seiner Erörterungen zu ziehen.

Die Steinströme kein Resultat endogener Kräfte.

Erklärung der Steinströme durch Vulkanausbrüche und Erdbeben.

Angesichts der wilden Grossartigkeit der Steinströme ist es sehr natürlich, an eine ausserordentliche und gewalttätige Ursache, also an Erderschütterungen und Vulkan-

[1]) Der berühmte Naturforscher Charles Darwin besuchte auf seiner Weltumsegelung (1831—1836) auf dem von Kapitän Fitz Roy kommandierten Schiff Beagle auch die Falklandinseln. Er landete dort am 1. März 1833 und dann wieder am 16. März 1834; sein Schiff ankerte meist im Berkeleysund.

[2]) Wyville Thomson, der Begründer der Tiefseeforschung, war Direktor des gelehrten Zivilstabes an Bord des Challenger (1873—1876).

[3]) H. G. Andersson, Dozent in Upsala, Leiter der schwedischen Schiffsexpedition ins südliche Polarmeer (1902—1904). Sein Schiff „Antarktik" lag in Port Stanley. Er arbeitete auf verschiedenen Teilen der Ostinsel vom 4. Juli bis 11. September 1902.

ausbrüche zu denken. Allein wenn man sich wieder vor Augen hält, dass die ungeheuren Veränderungen der Erdoberfläche in den verschiedenen geologischen Perioden nicht in gewaltigen und gewaltsamen Weltkatastrophen erfolgt, sondern langsam und allmählich im Laufe unermesslicher Zeiten vor sich gegangen sind, so dürfte gemäss dieser Erfahrung auch gegenüber einer auf plötzlichen und gewaltsamen Vorgängen fussenden Erklärung für die Bildung der Steinströme Vorsicht geboten sein.

Revolutions und Evolutionstheorie.

Die Revolutionstheorie galt früher unter den Gelehrten geradezu als Dogma, und besonders Pernetty schwört auf dasselbe. Die Erde, so glaubte man, schüttelt sich von Zeit zu Zeit in wilden Fieberschauern. Dann öffnen sich ihre Schlünde und speien Tod und Verderben oder es durchbrechen die Meere ihre Grenzen und überfluten weithin die Länder (Kataklysmentheorie). Während Menschen, Tiere und Pflanzen der Vernichtung anheimfallen, erleidet der Boden die grössten Umwälzungen, wodurch die Erde wieder einer neuen Phase ihrer Entwicklung entgegengeführt wird. In diesen Anschauungen ist ein völliger Umschwung eingetreten. Die moderne geologische Schule, als deren Gründer der grosse Lyell anzusehen ist, setzt sich zur Aufgabe, selbst die grössten Veränderungen, welche die Erde erfahren hat, „durch die jetzt noch wirkenden unscheinbaren, aber mit der Zeit die grossartigsten Endresultate hervorbringenden Kräfte der Natur“ zu erklären. Dieser Theorie des Aktualismus (oder Evolutionstheorie) gebührt gewiss der Vorzug vor der Katastrophentheorie.

Aber wir würden in denselben Fehler der Einseitigkeit, wie er früher gemacht wurde, verfallen, wollten wir ihr die unbedingte und alleinige Herrschaft einräumen. Wenn auch niemals eine allgemeine und plötzliche Katastrophe über die Welt hereingebrochen ist, bei der alle Lebewesen vernichtet worden wären, so wurde doch der sonst ruhige Entwicklungsgang des Erdballs durch gewaltige örtliche Umwälzungen unterbrochen. Gewaltsame Vorgänge in der Bildungsgeschichte des Erdballs treten ja in Gegenwart und Vergangenheit zu offenkundig zutage, als dass sie übersehen

werden könnten. Es ist nicht nötig, hier auf die furchtbaren Erdbeben und Eruptionen hinzuweisen, welche in historischer Zeit die Menschheit erschreckt haben. Alles was Existenz und Leben hat und eine Entwicklung durchmacht — und überall herrscht Leben, nirgends Tod — ist Störungen und Unregelmässigkeiten unterworfen. Wie der tierische Körper Krankheiten zugänglich ist und schliesslich seiner Auflösung entgegengeht, so unterliegt der Erdkörper dem Wechsel und Veränderungen, die sich zuweilen in gewaltsamen, den Geschöpfen verderblichen Naturereignissen äussern.[1]) Auch er wird einst zertrümmert werden, denn die Form ist hinfällig; doch die Materie ist unzerstörbar.

Trümmeranhäufungen durch Eruptionen und Erdbeben.

Unschwer lassen sich Beispiele von Naturereignissen auffinden, welch letztere einerseits katastrophenartig aufgetreten sind, anderseits zeigen, dass die von Pernetty und Darwin vertretene Entstehungsart der Steinströme im Bereiche der Möglichkeit liegt.

Vulkanische Explosionen können ganze Berge in die Luft sprengen. Am bekanntesten ist wohl die Eruption des Krakatau am 23. August 1883. Am 15. Juli 1888 hat den Bandai-San in Japan eine solche Explosion betroffen. Hiebei wurde die Spitze Kobondai von dem alten, 1840 m hohen,

---

[1]) Dieses Bild mag nicht ganz einwandfrei erscheinen, insofern bestritten werden könnte, dass wir in solchen Vorgängen gewissermassen Krankheitssymptome des Erdkörpers zu erblicken hätten. Ja umgekehrt möchten manche in ihnen Lebensfunktionen sehen. Ratzel nennt die leichten Erdbeben geradezu Erdpulsationen (Die Erde und das Leben, I, S. 189), und die Vulkane sind seit Alex. v. Humboldt oft mit Sicherheitsventilen verglichen worden, die Spannungen im Erdinnern auf minder gefährliche Weise auslösen. Man könnte sie also die Poren nennen, durch die der Erdorganismus transpiriert. Dennoch, wer möchte einerseits diesen Vorgängen in Anbetracht ihrer Plötzlichkeit und der oft furchtbaren Wirkungen den Charakter des Gewaltsamen aberkennen und andererseits, ist es zu leugnen, dass die durch die Kontraktion erzeugten tektonischen Beben und die immer wiederkehrenden Vulkanausbrüche, welche der Erde fort und fort Magma entziehen, in Verbindung mit der beständigen Ausstrahlung der Erdwärme in den kalten Weltenraum und dem Erstarrungsprozesse der Sonne unseren Planeten schliesslich einem Zustande entgegenführen, in dem er gleich dem Monde für alles Lebende erstorben ist?

als vollkommen erloschen betrachteten Vulkan einfach abgesprengt. Ihre Trümmer ergossen sich als gewaltiger Schuttstrom den Abhang hinab und überdeckten eine Fläche von 70 qkm.[1]) Durch Explosion des Tarawera in Neuseeland i. J. 1886 sind Schuttwälle in einer Höhe von 15 m aufgebaut worden.[2]) In etwas ungewöhnlicher Weise gehen die Eruptionen des Cotopaxi vor sich. Die Lava fliesst nämlich über alle Punkte des Kraters gleichzeitig aus. Dadurch werden die mächtigen Gletscher zum Schmelzen gebracht, was ungeheure Fluten zur Folge hat, die Eis, Schlamm und vulkanische Blöcke mit sich führen.[3]) Thoroddsen schreibt von der 30 km langen Spalte von Lingisjor in Island: „Berge von mehr als 1000 Fuss Höhe erscheinen wie Spielzeuge zerbrochen und 400 bis 600 Fuss tief aufgerissen. Aus dieser Spalte haben sich mehrere mächtige Lavaströme ohne Krater in mächtigen Kaskaden ergossen."

Leichter noch als vulkanische Ausbrüche können Erdbeben Blockaufschüttungen bewirken. Infolge der Erschütterungen des Bodens lösen sich Erd- und Felsmassen auf den Bergeshöhen los und stürzen, alles niederschmetternd und zertrümmernd, mit furchtbarer Wucht in die Täler hinab. Auch die Spaltenbildung, die der späteren Zertrümmerung so mächtig Vorschub leistet, ist eine Begleiterscheinung der Erdbeben. Das Beben zu Riobamba (Ecuador) i. J. 1797 warf nach A. v. Humboldts Bericht[4]) grosse Gesteins- und Trümmermassen, sowie Leichen von Menschen und Tieren bis auf einen 300 Fuss hohen Hügel. Das Erdbeben von Aigion an der Nordküste von Achaia am 26. Dezember 1861 war durch grosse Felsstürze ausgezeichnet, welche sich über ein Gebiet von 7 geographischen Meilen erstreckten.[5]) Als in Phokis die Beben vom 4. bis 7. August 1870 statt-

---

[1]) Ed. Brückner, Die feste Erdrinde und ihre Formen 1897, S. 112. Ferner die Zeitschrift: Aus der Natur, 1905, 1. H, S. 4.

[2]) Friedrich Ratzel, Die Erde und das Leben, I, S. 118.

[3]) Brückner, S. 114.

[4]) Vgl. Fr. Ratzel, I, S. 198. Ebenso Brückner, S. 130.

[5]) Jul. Schmidt, Studien über Erdbeben, 2. Ausg., Leipzig 1879, S. 82.

fanden, brachen nahe der kastalischen Quelle bei Delphi aus der Felswand der Phädriaden riesige Felsprismen von 300 bis 400 Fuss Höhe und 60—80 Fuss Dicke heraus und schlugen auf das angrenzende Feld nieder.[1]) Vom Parnass, dem Koraxum, der Kirphis lösten sich grosse Felsmassen los und bedeckten die Ebene zu ihren Füssen oder fuhren ins Meer. Während des südspanischen Bebens im Dezember 1885 gingen bei Guaro Kalksteintrümmer geradezu lawinenartig nieder.[2]) Eine Folge des 1887 erfolgten Erdbebens von Wernoje im Tianschan waren Bergstürze und Schlammströme, wobei die Schuttmassen die Täler stellenweise 40—60 m hoch aufschütteten.[3]) Bei dem grossen ostindischen Beben im Jahre 1897 kamen im Gebiete des unteren Brahmaputra ungeheure Massen von Verwitterungslehm und Schutt samt den darauf befindlichen dichten Wäldern ins Gleiten und füllten die Erosionsschluchten des Landes aus.[4])

Führt man die Bildung der Steinströme auf solche Vorgänge zurück, so ist der Nachweis zu erbringen, dass Erdbeben und Vulkanausbrüche auch wirklich auf Falkland stattgefunden haben. Hören wir zunächst unseren Gewährsmann Pernetty!

Kritische Bemerkungen zu Pernettys Auffassung.

Dieser bezeichnet die Steinströme als „ein augenscheinlich durch ein Erdbeben hervorgerufenes Zerstörungswerk.“ Jedoch wagt er nicht einmal den Versuch zur Lösung des Problems, indem er am Schlusse seiner Darstellung schreibt: „On aime mieux laisser réfléchir le lecteur sur cette singularité naturelle, que d'établir péniblement un système qui ne meneroit qu'à de brillantes erreurs.“ (Bd. 2, S. 6.) Pernetty hält Falkland für eine Stätte wilder Erdbeben, seine Beweisführung ist aber nicht gerade recht glücklich. Er schreibt (Bd. 2, S. 13), die Falklandinseln wären entweder ein zu neues Land oder fürchterliche Erdbeben hätten deren Geschöpfe vernichtet. Denn nie habe man darauf einen

[1]) Ebenda: S. 124, 126.

[2]) W. Deecke, Zur Geologie von Unteritalien. Neues Jahrb. f. Min., Geol., Pal. 1891, Bd. 2, S. 324.

[3]) Brückner, S. 132.

[4]) Vgl. Herm. Credner, Elemente der Geologie, 1902, S. 79.

Menschen, ein vierfüssiges Tier oder ein Reptil getroffen. Anders ausgedrückt gibt es also dort nach seiner Meinung nur Tiere, die bei herannahender Gefahr durch das Wasser oder die Luft entfliehen und nach der Katastrophe auf demselben Wege allenfalls zurückkehren können. Allein dass die Inseln keine Eingeborenen aufzuweisen haben, erklärt sich aus der fernen Lage, der rauhen Natur und trostlosen Beschaffenheit des Landes. Die Behauptung ferner, dass nie ein vierfüssiges Tier dort getroffen wurde, ist nach dem früher Gesagten nicht ganz richtig. Was endlich das Fehlen der Reptilien[1]) betrifft, so würden Schlangen, die allerdings auf vulkanischen Hochseeinseln eine grosse Seltenheit sind, in diesem rauhen Klima nicht wohl durchkommen, Frösche und Kröten aber, also die Amphibien, die nach Lage und Beschaffenheit der Falklandinseln dort vorkommen könnten, findet man äusserst selten auf einer landfernen Insel der grossen Ozeane.[2]) Übrigens gibt es nach Schulz eine Eidechsenart auf den Inseln. Die Trennung der Inseln vom Kontinent soll sich, wie in der ausführlichen Einleitung zu Pernettys Buch von dem unbekannten gelehrten Herausgeber behauptet wird, durch eine „jener physischen Revolutionen" vollzogen haben, „die das Angesicht der Erde verändern" (Pern. I, S. 64). Es wird auf die Feuerberge Feuerlands hingewiesen, das von ihnen seinen Namen habe. Doch wird wohl in letzterer Beziehung Darwin zuzustimmen sein. Dieser sagt nämlich, der Name komme davon, dass die Wilden, die gar nicht scheu sind und gerne Tauschhandel treiben, Feuer anmachen, wenn weisse Männer ankommen, um die Aufmerksamkeit derselben auf sich zu lenken und weit und breit die Kunde von ihrer Ankunft zu verbreiten. Wenn dann noch die Zerrissenheit des Bodens auf Feuerland und Falkland dem Wüten von Erdbeben und Vulkanen zugeschrieben wird, so scheint uns darin keine grosse Beweis-

[1]) Wir haben darunter auch die Amphibien zu verstehen, da man früher diese beiden Tierklassen zusammengeworfen hat, obwohl die Reptilien doch einer weit höheren Entwicklungsstufe angehören.

[2]) Nur auf Hawaii gibt es nach Ratzel (I, S. 362) eine Kröte kalifornischer Verwandtschaft.

kraft zu liegen. Auch die Erosion und andere Agentien vermögen Landschaftsformen zu schaffen, die an wilder Grossartigkeit kaum zu überbieten sind. Somit wirken die Gründe, die Pernetty und sein Herausgeber zur Erhärtung ihrer Annahme, Falkland sei von jeher ein von Bodenerschütterungen und Vulkanausbrüchen schwer heimgesuchtes Gebiet gewesen, nicht überzeugend genug.

Eine mangelhafte Begründung schliesst aber die Richtigkeit der Thesis noch nicht aus. Deshalb müssen wir uns nach anderen Stützen für obige Behauptung umsehen, indem wir der Anschauung Darwins näher treten.

Anschauung Darwins.

Derselbe glaubte verschiedene Spuren früherer Umwälzungen gefunden zu haben. Auf dem höchsten Gipfel einer Bergkette sah er z. B. ein grosses gewölbtes Bruchstück umgekehrt, auf seiner konvexen Seite, daliegen, „als ein Denkmal einer grossen Naturkonvulsion." „Es wird wohl," folgert er, „durch eine Erdbebenwirkung emporgeschleudert und dabei umgedreht worden sein oder es wurde in ähnlicher Weise von einer höheren Spitze, die jetzt verschwunden ist, herabgeschleudert."[1]) Seismische Bewegungen und Stösse haben nach seiner Anschauung auch die Bildung der Steinströme verursacht, und zwar sind die Steine vom oberen Ende des Tales heruntergekommen oder, was er für wahrscheinlicher hält, von den seitlichen Hängen. Da aber die Gesteinsfragmente nicht in unregelmässigen Haufen an den Talrändern sich vorfinden, sondern über das Tal hin in ebenen Schichten eingelagert sind, so müssen, wie er glaubt, undulatorische Schwingungen des Bodens die Steine ausgebreitet haben. Er erinnert an das Erdbeben, das im Jahre 1835 die Stadt Concepcion in Chile heimsuchte; damals habe man es für wunderbar gehalten, dass kleine Körper mehrere

[1]) Zur Erklärung dieses Vorkommnisses muss nicht gerade ein Erdbeben zu Hilfe gerufen werden. Es könnte das Stück aus einer Synklinale stammen oder aus einer liegenden Falte, in welch letzterem Falle es beim Verwitterungsprozess die erwähnte Lage bekommen hat. Das Bruchstück ist offenbar gleicher Entstehung wie die von Sulivan gefundenen Halbzylinder, von denen beim Kapitel über „Faltungserscheinungen" die Rede sein soll.

Zoll hoch emporschnellten. „Was sollen wir aber," ruft Darwin aus, „zu einer Bewegung sagen, die viele Tonnen schwere Bruchstücke gleich so viel Sandkörnern auf einem schwingenden Brette fortbewegte und eine wagrechte Stellung gewinnen liess?" „In der Kordillera der Anden," fährt er fort, „habe ich deutliche Spuren gesehen, wo ungeheure Berge gleich einer dünnen Kruste in Stücke zerbrochen[1]) und die Schichten senkrecht gestellt wurden; aber nie erfüllte eine Szene meinen Geist mit einer lebendigeren Vorstellung von einer Umwälzung, von der wir in der geschichtlichen Zeit vergebens nach einem Gegenstück suchen würden als diese Steinströme auf den Falklandinseln." Und er schliesst: „Yet the progress of knowledge will probably some day give a simple explanation of this phenomenon, as it already has of the so long thought inexplicable transport of the erratic bulders, which are strewed over the plains of Europe."

In diesen Worten Darwins liegt das Zugeständnis, dass seine Erklärung ihn selbst nicht befriedige. Damit wäre man eigentlich der Aufgabe überhoben, sich noch weiter mit diesem Punkte zu beschäftigen. Jedoch ist die Frage, ob die Stoneriversnicht doch durch derartige endogene Wirkungen entstanden sein könnten, zu wichtig als dass wir so leicht darüber hinweggleiten möchten.

Nachweis seismischer und besonders vulkanischer Vorgänge auf Falkland in älterer Zeit.

Seitdem die Inseln besiedelt sind, hat man auf ihnen kein Erdbeben beobachtet. Ein Mann aus Mendoza (im westlichen Argentinien, am Fusse des Aconcagua, also aus einem Erdbebengebiet), der mehrere Jahre auf Falkland zugebracht, bezeugte Darwin, dass er nie den geringsten Erdstoss gespürt habe. In historischer Zeit ist also der Archipel kein Schüttergebiet gewesen. Ebenso wenig kann man darauf irgendeine vulkanische Tätigkeit wahrnehmen. Bekanntlich entbehrt die Antarktis durchaus nicht der Vulkane. Tierra del Fuego besitzt sie, und auf Viktorialand erheben sich der Erebus und Terror als ganz respektable Naturessen bis zu einer Höhe von etwa 3500 m. Nun ist nach den geologischen

[1]) Darwin denkt hier wohl an die gebrochenen Grünsteinmassen (Diabas) Chiles, von denen er an anderer Stelle in demselben Buche spricht.

Befunden von Falklandforschern gar nicht in Abrede zu stellen, dass dieses Land in früheren Zeiten unter vulkanischen Störungen gelitten hat. Renard, ein Mitglied des gelehrten Stabes an Bord des Challenger, der die in der Zeit der Kreuzfahrt des Schiffes gesammelten Gesteinsproben beschrieben hat, untersuchte die von Thomson den Stone Rivers entnommenen Gesteinsstücke. Es ist bezeichnend, dass der einzige Block, den er genauer beschreibt, ein Diabas[1]) ist. Er gehört zu dem Typus, wie er oft in den zwischen paläozoischen Schichten eingebetteten vulkanischen Massen gefunden wird. Auch unter den anderen auf Falkland gesammelten und von ihm beschriebenen Handproben befinden sich mehrere Stücke vulkanischen Ursprungs. Der Boden ist ferner vielfach von vulkanischem Sande bedeckt. Sollte derselbe von den Vulkanen der Kordilleren durch den Wind herübergetragen worden sein? Das ist doch sehr unwahrscheinlich. Schliesslich sei die bemerkenswerte Tatsache erwähnt, dass an der Nordwestküste der Westinsel ein 48 km langer und 100 m breiter Strom basaltischer Lava aufgefunden worden ist. War Falkland in der Vergangenheit ein vulkanischer Herd, wofür der Beweis erbracht sein dürfte, so wird es schon deswegen auch nicht an Erdbeben gefehlt haben, weil sie Eruptionen zu begleiten pflegen.

Die natürlichen Bedingungen zur Bildung der Stone Rivers durch Erdbeben und Eruptionen waren also auf Falkland in geologischer Vergangenheit vorhanden. Es fragt sich nur, ob die oben beschriebenen Blockanhäufungen Merkmale solchen Ursprungs aufweisen. Die folgenden rein hypothetisch zu nehmenden Ausführungen stellen einen Versuch dar, die Ansichten Pernettys und Darwins weiter zu entwickeln und auszugestalten, indem vor allem die Frage ventiliert werden soll, inwieweit obige Erscheinungen mit

---

[1]) Es ist auffallend, dass in keiner der Quellen über Falkland dieser vulkanische Gesteinscharakter näher betont wird und dass er Darwin entgangen ist, der gerade hierin eine wertvolle Stütze für seine Theorie hätte finden können. Doch wusste er, dass Sulivan auf Westfalkland zahlreiche Basaltadern gefunden hat (On the Geol. of the F. J., S. 269, Fussnote).

Lavaergüssen, die wir als den allein in Betracht kommenden Fall vulkanischer Vorgänge einmal annehmen wollen, zusammenhängen können.

Annahme von Lavaergüssen.

Diese Lavaströme müssen imstande gewesen sein, sich selbst auf wenig geneigten Ebenen fortzubewegen. Sie bildeten durch Überlagerung Lavadecken, die entweder beim Erkalten oder durch spätere Verwitterung in die Blöcke unserer Steinströme zerfielen. Häufig wurden durch die Lavaströme die Krater hufeisenförmig geöffnet. Die später einsetzende Verwitterung hat dann aus ihnen die Ruinen der Amphitheater geschaffen. Die Lavadecken der Steinströme sind aus diesen zersprengten Kratern geflossen oder aus Ringkratern, welche, nachdem der Kanal natürlich sich verstopft hatte, durch Verwitterung und Abtragung unkenntlich gemacht wurden. In ähnlicher Weise entstanden die Torruinen. Vielleicht haben wir in ihnen ehemalige Lavagänge von besonders widerstandsfähigem Gestein zu vermuten, die nach dem Zerfall und der Fortschaffung des Gesteinsüberbaues, auf den früheren Eruptionskanal zulaufend, mauerartig stehen geblieben sind, nun aber doch dem nagenden Zahn der Zeit allmählich zum Opfer fallen. Es ist recht gut denkbar, dass der dünnflüssige Lavastrom auch durch kleine Bodenerhebungen sich nicht in seinem Laufe aufhalten liess. So mag es zur Bildung von Kuppen gekommen sein. Darwin beschreibt eingehend mehrere solche Hügel mit gekrümmten Schichten (siehe Anhang Fig. 4). Staute sich jedoch der Lavastrom auf der Höhe eines Hügels, woran auch Darwin gedacht hat, so sind auf diese Weise die „Ruinen einer Kathedrale“ entstanden.

Diese Erklärung wird etwas modifiziert, wenn man den erwähnten Hügelkuppen eine Hauptrolle bei den vulkanischen Vorgängen beimessen will. Wir betrachten sie in diesem Falle als Ausgangspunkte der Steinströme und sprechen sie als Quellkuppen an. Sie wurden als Abschluss derselben Eruption, die auch das Tal mit Lava ausfüllte, aus dem trägeren Endmagma aufgestaut. Nach einem Krater wird unter solchen Umständen vergebens gesucht werden, wohl aber könnten die stielartigen Verstopfungen des Eruptions-

kanals sichtbar werden. Das Anwachsen der Steinströme gegen das Meer lässt sich leicht erklären. Die Lava war in der Nähe der Ausflussstelle noch zu flüssig, als dass sie so bald halt gemacht hätte. Die Bewegung geriet also erst in grösserer Entfernung, vielleicht erst im Schosse des Meeres, ins Stocken, und zwar hatte der Steinschwall gegen die Küste zu den grösseren Umfang umsomehr, als er von Seitentälern her Zuwachs erfuhr. Das gegen die Mündung zu sich erweiternde Tal vermochte den angeschwollenen Lavastrom ganz gut aufzunehmen. Durch die Abkühlung kam er zum Stillstand, und bei dem Erstarrungsprozesse zerklüftete er in zahllose Blöcke. Solche einmaligen Lavaergüsse haben an vielen Stellen der Insel stattgefunden. Die Quellkuppen ermangeln, da sie aus massigem Gestein entstanden, der ursprünglichen Schichtung, aber die mechanische Verwitterung hat am obersten Teil des Hügels eine horizontale, sonst eine schalige Absonderung geschaffen.[1]) Aus dem Zerfall der oberen Kuppen sind uns noch einige Trümmermassen erhalten geblieben, welche die von Pernetty und Darwin beschriebenen Ruinen bilden. Das „Amphitheater" fügt sich unserer Erklärung am besten ein als ein durch die Verwitterung auf der Wetterseite stark mitgenommener Hügel derselben Beschaffenheit. Beide der

[1]) Die Zerstückelung des erkaltenden Magmas tritt durch die Volumenverminderung ein. Da diese Erkaltung von den Grenzflächen der Gesteinsmasse ausgeht, wird die Absonderung konform der Gestaltung der Oberflächenform sein, d. h. bei vulkanischen Decken tritt (von der prismatischen Zerklüftung abgesehen) die bank- oder plattenförmige, bei Vulkankuppen die zwiebelschalenartige Absonderung hervor. Letztere ist besonders schön an Phonolithkegeln beobachtet worden, so am Heldburger Schlossberg, am Hohentwiel und Hohenkrähen, am Milleschauer und am Teplitzer Schlossberg. (Nach Herm. Credner, Elemente der Geologie, 9 Aufl. 1902, S. 43). Bei Kuppen mit breitem Rücken, wie sie auf Falkland häufig, macht sich die Krümmung an den äussersten Teilen der Hügel weniger bemerkbar, so dass sich hier die Struktur von Platten nicht besonders unterscheidet. Wie gross die Ähnlichkeit zwischen den von Darwin beschriebenen Hügeln und Quellkuppen ist, dürfte eine Vergleichung unserer Fig. 4 mit Fig. 306 in dem Lehrbuch der Geologie von Emanuel Kayser, 1. Bd., 1893, S. 372 ergeben.

beschriebenen vulkanischen Vorgänge sind übrigens ganz gut nebeneinander denkbar. Der letzteren Erklärungsweise lassen sich Analoga an die Seite stellen. Die Phonolithausbreitungen an der Milseburg in der Rhön und bei Brüx in Böhmen zeigen, dass nicht selten das zu Quellkuppen aufgetürmte eruptive Gesteinsmaterial an seinen Rändern sich strom- und deckenartig über die nächste Umgebung ergiesst.

Die Annahme von Lavaströmen zur Erklärung der Stone Rivers und sonstiger auffallender Bodenformen auf Falkland ist also keine blosse müssige Fiktion, da diese Erscheinungsformen wirklich eine gewisse Ähnlichkeit mit vulkanischen Bildungen besitzen. Ein strikter Beweis auf Grund des Quellenmaterials lässt sich aber nicht erbringen. Es fehlt da vor allem die Grundlage, welche sorgfältige Beobachtungen an Ort und Stelle allein nur zu geben vermögen. Der Mangel einer genaueren Topographie Falklands, welche die örtliche Anschauung einigermassen ersetzen könnte, macht sich hier recht empfindlich bemerkbar.[1])

Ernste Bedenken gegen die Anwendung der Vulkan- und Erdbebentheorie auf die Stone Rivers.

Von den Falklandforschern sind bis jetzt keine den vulkanischen Ursprung der Steinströme und der Ruinen hinreichend beweisenden Merkmale aufgefunden worden. Ja, obiger Annahme stehen sogar wesentliche Hindernisse entgegen. Das hauptsächlichste besteht darin, dass Quarzite und nicht eines der bekannten Eruptivgesteine das Material der Stone Rivers bilden. Nur Pernetty bezeichnet die Blöcke als eine Art Porphyrsandstein (une espèce de grès

[1]) Als eine Lücke in der geologischen Erforschung der Falklandinseln muss hier besonders das Fehlen genauerer Untersuchungen über den Gesteinscharakter der die Stone Rivers zusammensetzenden Blöcke bezeichnet werden. Auch die Beschreibung Renards gibt uns nicht genügende Aufschlüsse, weil sie, um vollständig zu sein, sich auf den ganzen Steinstrom hätte ausdehnen sollen. Statt dessen beschränkt sie sich auf einen einzelnen Block, und dieser ist gar nicht einmal ein Quarzit. Pernetty, Darwin, Thomson waren, wenn auch grosse Naturforscher, doch nicht Geologen von Fach. James Geikie hat also nicht so ganz unrecht, wenn er sagt (a. a. O. S. 722): Die Falklandinseln scheinen im einzelnen von namhaften Geologen nicht untersucht worden zu sein.

porphirisé). Man pflegt nun den Quarz und Quarzit für sedimentäres Gestein zu halten. Für den geschichteten Quarzit trifft das ohne Zweifel zu; ob aber der körnige nicht manchmal auf plutonischen Ursprung zurückzuführen ist, indem etwa das Magma quarzreiche Sandsteine eingeschmolzen hat, diese Frage wollen wir offen lassen.[1]) Man erinnere sich hier an den heftigen Streit, der solange zwischen den Neptunisten und Plutonisten über die Herkunft des Basalts[2]) getobt hat, bis schliesslich die letzteren den Sieg davon trugen. Lavaschichten bestehen ferner aus ziemlich einheitlichem Gesteinsmaterial. Nun aber finden sich Diabas- und wohl auch andere vulkanische Blöcke unter den Quarziten der Stone Rivers, also dieselben Gesteinsarten, die wir — nach Renard — auch als Einsprenglinge in den das höhere Land zusammensetzenden Gesteinsbänken antreffen. Dieser Umstand weist deutlich auf eine andere Entstehung hin. Auf noch einen Punkt sei aufmerksam gemacht. Penck und andere bezeichnen den Diabas, der ja in den Steinströmen vorkommt, mit anderen Gesteinen, die man bisher für altvulkanisch gehalten hat, als Tiefengesteine.[3]) Die Steinströme wären demnach Intrusionen, und doch füllen sie Täler aus, sind also an der Oberfläche geflossen. Auch hierin liegt ein Widerspruch, der die Annahme, die Steinströme seien vulkanischen Ursprungs, zerstört. Man wird doch nicht glauben wollen, dass die Abtragung auf Falkland alte Täler samt den Steinströmen aufgedeckt habe, oder mit anderen Worten, dass die topographische Oberfläche mit einer altgeologischen übereinstimme.

Fassen wir die Gründe, welche für und gegen die vulkanische Entstehung der Steinströme und ähnlicher Bildungen sprechen, zusammen, so müssen wir selbst zugestehen,

---

[1]) Ed. Hintze z. B. sagt in seinem populär geschriebenen Buch „Die Schöpfung der Erde, Leipzig, Spamer 1872“: „Der Quarz ist ein im Silur-Devon erfolgter Durchbruch.“

[2]) Darwin nimmt in demselben eine vermittelnde Stellung ein, indem er in dem hier schon oft zitierten Werke sagt: „Basalt ist eine auf dem Meeresgrunde geflossene Lava.“

[3]) Albr. Penck, Morphologie der Erdoberfläche, I. Bd., S. 195.

dass die letzteren die gewichtigeren sind. Es hat auch keiner der neueren Falklandforscher mehr auf die von Pernetty und Darwin vertretene Theorie zurückgegriffen, dieselbe muss also als aufgegeben betrachtet werden. Man ist eben heutzutage davon abgekommen, in Blockaufschüttungen sofort Erdbebenwirkungen zu sehen, indem man sie lediglich der Verwitterung zuschreibt, einem Naturprozess, der früher unterschätzt wurde und erst in der Gegenwart die ihm zukommende Bedeutung in der dynamischen Geologie erlangt hat. So werden wir mehr und mehr zu dem Satze gedrängt: Die Entstehung der Steinströme ist auf nicht vulkanische Weise in geologisch jüngerer Zeit vor sich gegangen, in einer Epoche, als die Inseln von Vulkanausbrüchen und häufigeren Erdbeben nicht mehr heimgesucht wurden.

Geotektonische Vorgänge in ihrem möglichen Zusammenhange mit den Stone Rivers.

Wollen wir alle Möglichkeiten, die sich uns für die Erklärung der Steinströme darbieten, gewissenhaft prüfen, so dürfte es nunmehr angezeigt sein, den geotektonischen Vorgängen nachzugehen, die sich auf Falkland abgespielt haben mögen.

Schollenbrüche und andere Dislokationen.

Höchstwahrscheinlich haben Schollenbrüche auf dem Archipel stattgefunden. Sievers[1]) macht darauf aufmerksam, dass die gegenüberliegenden Ufer des Sundes genau aufeinanderpassen. Derselbe ist also wohl als ein Grabenbruch anzusehen. Wenn man ferner die ziemlich geradlinig verlaufende, scharf gezogene Nordküste einiger Halbinseln und Inseln im NW. der Westinsel betrachtet (auf der dreimal grösseren Karte der englischen Admiralität tritt das natürlich deutlicher hervor als auf unserer Kartenskizze), kann man sich des Eindrucks kaum erwehren, dass hier das Land abgebrochen ist. Das Meer besitzt da auch eine ansehnliche Ufertiefe (8—25 m). Indessen gibt es keinen Anhaltspunkt dafür, dass die Steinströme zusammengestürzte Schollen sind. Es müsste da wohl eine Aufbiegung und Zerreissung des

[1]) W. Sievers, Amerika, 1897, S. 43.

Bodens im kleinen erfolgt sein, wie das Löwl von der oberrheinischen Tiefebene und Suess vom grossen afrikanischen Graben westlich vom Kilimandscharo im grossen annimmt. Von beiden Seiten wären dann die Schollen in die Spalte gestürzt und im Falle zerborsten, worauf die Sickerwasser im Laufe der Zeit die lockeren Teilchen von den festen Gesteinsfragmenten entfernt hätten. Falkland ist aber kein Verbiegungsland, sondern, wie gleich gezeigt werden soll, ein Faltungsland.

Die ursprüngliche Lagerung der Schichten hat eine Störung erfahren. Die Sandsteinbänke sind meist geneigt und zwar nach S. unter einem Winkel von 10—20°. Während der gebirgsbildende Schub bei den Tonschiefern eine transversale Schieferung hervorrief, welche die Schichtung vollständig verwischt hat, sind durch ihn die eingelagerten Sandsteine, an denen die Schichtung der Schiefer allein noch erkennbar ist, stark gebrochen worden.

Faltungserscheinungen.

Faltungen im Schichtenbau sind sehr häufig, nicht nur in den tiefer liegenden Sandsteinen und Schiefern, sondern auch in den Quarziten.[1])

Ausser den höheren Erhebungen gibt es noch zahlreiche kleine Höhen aus Quarzitgestein, die über das niedere Land verteilt sind. Darwin hat mehrere dieser Hügel südlich des Berkeley-Sundes untersucht und stets ähnliche Struktur vorgefunden. Die Schichten dieser Quarzitfelsen sind nämlich meist vollkommen symmetrisch gewölbt. Aber an der nördlichen und südlichen Basis neigen sie im Winkel von 40—50° einwärts. In den widersinnig einfallenden Schichten glaubt er Teile von auswärts gerichteten Bildungen zu erkennen (Siehe Fig. 4 im Anhang, ebenso Fig 5 und 6, welche andere Faltungserscheinungen zeigen).

Alle diese Hügel mit kuppelförmiger Schichtung sind, wie wir bereits gesehen haben, konzentrisch schalig und

---

[1]) Darwin spricht von „Quarz"-, Thomson von „Quarzit"-Hügeln. Die Abweichung ist unwesentlich. Ersterer hat eben mehr das Mineral, letzterer das Gestein im Auge. Die Bezeichnung „Quarzit" verdient den Vorzug schon deshalb, weil der Quarz in dem Felsgestein nicht rein vorkommt.

Sulivan fand an manchen Stellen den Boden mit gewaltigen Halbzylindern bedeckt, die grossen Firstziegeln glichen und natürlich aus dem Zerfall obiger Hügel stammten (siehe Fig. 7, vgl. dazu Fussnote S. 23). Er mass einen solchen und fand eine Länge von 6 m bei einem Durchmesser von $3^1/_2$ m. Die Ränder waren gleich dick, aber an einem Bruchstück betrug, wohl infolge des ungleichen Druckes, die Dicke des einen Seitenrandes etwas über einen halben Meter, während der andere bis zur Messerschneide sich zuschärfte. Nicht nur einzelne Hügel, auch hohe Bergrücken wie die Wickhamhöhen zeigten diese gewölbten Schichten. An der Südseite dieses Gebirges waren die Schichten zuweilen in der Form aufrecht gewölbter Torwege[1]) gefaltet.

Darwin erklärt die Wölbungen und Faltungen nicht durch seitlichen Druck, hervorgerufen durch die Kontraktion der Erde. Er denkt vielmehr an einen starken, von oben her lastenden Druck, der die tiefer liegenden Sandsteine in hohem Grade erhitzte. In weichem Zustande wurden dann diese durch die sie überlagernden Schichten hindurchgestossen, wobei sie sich krümmten, und beim Erkalten kristallisierten sie, ohne zu zerbrechen. Als Beweis hiefür gelten ihm die Adern, welche die gewölbten Gesteinsstücke in der Richtung der Krümmung durchziehen. In ihnen will der Forscher die Wirkung der Streckung und in dem unvollkommen kristallisierten Quarz, der sie ausfüllt, die klebrige Natur der geschmeidigen Masse erkennen.[2])

---

[1]) Man möchte auf die Vermutung kommen hierin die Erklärung zu den Tormauern Pernettys zu suchen, wenn letztere nicht auf der Höhe einzelner isolierter Hügel sich vorfänden und wenn nicht Darwin selbst (s. u.) eine andere Erklärung gäbe.

[2]) Eine gewisse Bestätigung für die Ansicht Darwins liegt darin, dass Kapitän Sulivan bei Fitz Roy zwei durch Erosion eines Baches (wohl des Fitz-Roy-River) blossgelegte Hügel antraf, die auch wie die anderen kuppelförmige Schichtung zeigten, aber im tieferen Niveau Fluidalstruktur besassen, entstanden „durch die Vermengung zweier dickflüssiger Fluida." Vielleicht ist die Erscheinung aber doch auf andere Wirkungen, etwa auf Faltungsdruck, zurückzuführen. — Der Quarz soll nach den Experimenten von M. Gaudin (Elie de Beaumont L'Institut, 1839, p. 161) seine Dickflüssigkeit auch beim Erkalten noch

Wir können die Quarzitkuppen Falklands als Auf- Quarzit-„Klippen".
ragungen harter Gesteinsmassen inmitten einer aus weichen Schichten gebildeten Umgebung den „Klippen" an die Seite stellen. Uhlig[1]) erklärt die karpathischen Klippen als alte, von ihren eozänen Strandbildungen befreite Inseln. Sie wären also „wirkliche" Klippen. Diese Erklärung verbietet sich für die falkländischen Quarzithöhen, weil sie nicht die besondere Beschaffenheit derselben brücksichtigt. Wir haben es vielmehr auf Falkland mit „tektonischen" Klippen zu tun.

Solche will Diener[2]) in den anti- oder periklinalen Buckeln der Triglavgruppe gefunden haben. Er hält sie für Aufpressungen, die vor sich gingen, als die Tuffe und Mergel infolge Erosion von der schwerlastenden Schlerndolomitdecke befreit wurden. Baltzer[3]) deutet die tunisischen Klippen als Jurafalten. Sie stiessen durch die Kreide- und Tertiärdecke da, wo sie am dünnsten war, hindurch. Im Gegensatz zu Uhlig sollen nach Neumayr[4]) die karpathischen Klippen entstanden sein, als bei der Sattelbildung die harten, spröden Jurakalke zerbrochen und durch die überliegenden weichen, biegsamen Sandsteine, Mergel und Schiefer der Kreideformation hindurchgestossen wurden.

Ebenso könnte der harte Quarzit auf Falkland durch die Tonschiefer und Sandsteine emporgehoben worden sein, als die Antiklinale sich wölbte. Dann müsste aber auch die Synklinale aus Quarzitgestein noch im Liegenden der Sand- und Tonschieferstraten sich befinden, was durch keine Beobachtung erwiesen ist. Daher betrachten wir mit Darwin den Quarzit als den aus den Tiefen emporgehobenen und

---

einige Zeit beibehalten, indem es Gaudin gelang, Fasern aus geschmolzenem Quarz herauszuziehen. Auf Grund hievon hält Darwin die merkwürdigen Biegungen erklärlich, die fast alle Quarzketten auf Falkland und in anderen Teilen der Welt erlitten.

[1]) Jahrb. d. K. K. Geol. Reichsanstalt, 40. B., S. 806.

[2]) Beiträge zur Geologie des Zentralstocks der Julischen Alpen (Jahrb. d. K. K Geol. Reichsanstalt, 34. B., 1884, 1. H., S. 692).

[3]) Beiträge zur Kenntnis des tunisischen Atlas (Jahrb. f. Min. Geol. Pal., 1893, II., S. 36).

[4]) Jurastudien (Jahrb. der K. K. Geol. Reichsanstalt 1881, 27. Bd., S. 527).

dabei metamorphosierten Sandstein. Wir wollen es ununtersucht lassen, ob der plastische Zustand durch den Druck einer mächtigen Gesteinsdecke oder durch die fortschreitende Erosion einer solchen eintrat und schreiben die Erhitzung mehr der grossen Wärmeentwicklung zu, welche durch die Faltung ausgelöst wurde.[1]) Es vollzog sich der tektonische Prozess im wesentlichen ohne Bruch des Gesteins in der von Darwin beschriebenen Weise.

Diese Bildungsgeschichte der Quarzithügel gibt uns zugleich eine einfache und natürliche Erklärung für die Wölbung der Schichten und den allmählichen Übergang des Sandsteins in den Quarzit. Der grosse Seitendruck, den die langsam aufsteigende Falte auf das Nebengestein ausgeübt haben muss, macht es ferner verständlich, wenn die Tonschiefer eine Cleavage oder transversale Schieferung und die Sandsteine eine Zertrümmerung erlitten. Doch ist die Zerklüftung und Zersetzung der gegenwärtigen Oberflächenschichten lediglich auf Verwitterungsvorgänge zurückzuführen, und es kann zwischen der Bildung der Quarzithöhen und der Steinströme, die aus diesem Höhengestein bestehen, ein unmittelbarer Zusammenhang nicht nachgewiesen werden.

Die Steinströme ein Resultat exogener Kräfte.

Die Steinströme haben mithin ihre Quelle weder in seismisch-vulkanischen noch in tektonischen Vorgängen. Sie können nur durch exogene Wirkungen entstanden sein.

Einige von Falklandforschern nicht näher besprochene Entstehungsmöglichkeiten.

Jedenfalls stammen die Gesteinstrümmer in den Tälern nur von den benachbarten Höhen, da ihre lithologische Beschaffenheit mit derjenigen der Höhenschichten übereinstimmt und die Blöcke eine Dichte haben, die der Stärke der

[1]) Vgl. S. Günther, Handbuch der Geophysik, 2. Aufl, II. Bd., S. 859.

Quarzitschichten oben auf den Bergesrücken entspricht. Massenbewegungen oder Massentransporte müssen das quarzitische Gesteinsmaterial an ihren gegenwärtigen Lagerplatz geschafft haben.

Absturz. Stufenbruch und Bergsturz.

Die Steine können nicht auf den Höhen und an den Böschungen abgebröckelt und dann ins Tal hinabgeglitten oder herabgerollt sein. In den Steinströmen blosse Schutthalden zu erblicken, geht nicht an. Denn dieser Erklärung steht, das wurde schon früher betont, die äusserst geringe Neigung der Abhänge im Wege; sie überschreitet an der Berglehne nicht 6–8°, im Tal nicht 2—3°, bei welchem Böschungswinkel ein Abstürzen der eckigen Steine ausgeschlossen ist. Es muss die Böschung eines Felsgehänges 30° und darüber betragen,[1]) wenn ein regelmässiges Abstürzen der losgelösten Trümmer stattfinden soll. Abgesehen hievon ist es geradezu ein Ding der Unmöglichkeit, dass die Blöcke sich von selbst in so gleichmässigen Schichten eingebettet haben. Hier tritt eben, wie auch Renard bemerkt, die Schwierigkeit des Problems ein, wenn eine befriedigende Lösung der Frage gefunden werden soll, wie die Steine von so sanften Böschungen in einer geschlossenen Masse ein fast horizontal sich erstreckendes Tal entlang herabsteigen konnten. Abbrüche, wie sie bei der Stufenbildung vor sich gehen, sind nicht erfolgt; die Spuren derselben würden über weitere Flächen der Insel hin verteilt sein und nicht bloss auf die Täler sich beschränken, wo die Stone Rivers ausgebreitet sind. Ebenso wenig lassen sich Bergstürze anführen. Sie wie die Abbrüche schliessen sich da, wo die Gehänge sanft geneigt sind, von selbst aus. In den steileren Wickhambergen, wo auch die Täler mit Blockmassen ausgefüllt sind, mögen die genannten Ursachen zutreffen; in dem flachen Gelände ist daran nicht zu denken. Übrigens fehlen unseren Aufschüttungen auch die Kennzeichen, welche nach Penck die Bergstürze charakterisieren.[2])

[1]) Ed. Brückner, Die feste Erdrinde und ihre Formen, 1897, S. 194.

[2]) Albr. Penck, Morphologie der Erdoberfläche, 1894, Bd. I, S. 228.

Transport durch das Wasser.

An einen Transport durch das Wasser ist wohl auch nicht zu denken, da die Blöcke eckig oder nur soweit abgerundet sind, als letzteres leicht durch atmosphärische Einflüsse zu erklären ist. „Alle jene," sagt Renard, „welche die Falklandinseln besucht haben, stimmen darin überein, dass die fraglichen Steine nicht vom Wasser herbeigeschafft worden sind." Trümmer von solcher Grösse vermögen auch mächtige Ströme nicht mehr vorwärts zu bewegen. Falkland aber besitzt nur Bäche und Flüsschen! Also könnten nur eiszeitliche Ströme die Herkulesarbeit vollbracht haben. Davon später (S. 43 f.). Ein Transport durch Eisschollen ist nicht anzunehmen, weil in diesem Falle die regelmässige Ablagerung der Blöcke unverständlich bliebe.

Gletschertransport?

Sehr nahe liegt nun die Annahme einer Verfrachtung der Blöcke durch Gletscher. Schon der Anblick der Stone Rivers erinnerte die Besucher Falklands an Gletscher. Das ist nicht zu verwundern; denn wenn die Gletscherdecke recht zerrissen ist, wie z. B. beim Mer de Glace in der Montblancgruppe, dessen Oberfläche aus mannigfach durcheinander geschobenen Tafeln, Würfeln, Prismen und Pyramiden besteht, mag von einer gewissen Ferne aus der Anblick beider Phänomene ein überraschend ähnliches Bild gewähren. Wie am Gletschermund der Bach zum Vorschein kommt, so entströmt er auch dem schwibbogenförmig aufgeworfenen Ende des Steinstroms. Sollte diese grosse Ähnlichkeit zwischen Gletschern und Steinströmen nicht nur rein zufällig und äusserlich, sondern durch einen ursächlichen Zusammenhang begründet sein? Bisher hat zwar niemand die Stone Rivers als echte Moränen gedeutet. Da aber eine Geneigtheit besteht, Falkland für ein diluviales Vergletscherungsgebiet zu halten,[1]) wofür in der Tat manche Anzeichen zu sprechen

[1]) Renard führt an, dass die Falklandinseln nach der Ansicht vieler mit Gletschern bedeckt gewesen seien. Fr. Ratzel hat auf der Tafel „Die hauptsächlichsten früheren und heutigen Gletschergebiete der Erde", S. 392/93 im 2. Band seines Werkes „Die Erde und das Leben", Falkland in das Gebiet früherer Vergletscherung einbezogen.

scheinen, dürfte eine kurze Untersuchung der Frage, ob die Steinströme als Produkt glazialer Tätigkeit betrachtet werden können, am Platze sein.

Falkland kein altes Gletschergebiet.

Es ist überhaupt gar nicht sicher, dass Falkland zur Eiszeit vergletschert war. Wenn im gegenüberliegenden Patagonien in noch niederen Breiten gewaltige Kieslager sich befinden, so verhält sich das anders als mit Falkland: sie verdanken ihren Ursprung alten Hochgebirgsgletschern der Kordilleren. Der Gedanke, als könnten die Blöcke der Stone Rivers auch von den Kordilleren stammen, indem deren Gletscher vielleicht einmal bis Falkland reichten, gleichwie die skandinavischen Gletscher (trotz Nord- und Ostsee!) sich noch über einen grossen Teil der norddeutschen Tiefebene erstreckten, ist wegen der Übereinstimmung der Blöcke mit dem benachbarten Höhengestein sofort abzuweisen.

Ungunst der klimatischen Verhältnisse für eine Vergletscherung.

Für eine lokale Vergletscherung Falklands sind die klimatischen Verhältnisse keineswegs günstig. Allerdings liegt die Schneegrenze in den südlichen Breiten tiefer als im Norden. So steigt sie an der Magellanstrasse bis 800 m, in Südgeorgien sogar bis 550 m herab.[1]) Hier und auf den Kerguelen tragen die höheren Erhebungen (Mount Ross auf Südgeorgien 1880 m) gegenwärtig noch Gletscher, obwohl diese Inseln ungefähr in derselben Breite wie die Falklandinseln liegen. Ehedem sollen Südgeorgien und Kerguelen ganz von Eis bedeckt gewesen sein.[2]) In Falkland ist aber die nicht bedeutende Höhe der Gebirge und das gleichmässige Seeklima der Gletscherbildung in der Eiszeit hinderlich gewesen. Auch fällt bei der Beurteilung der klimatischen Verhältnisse ins Gewicht, dass die Jahresisothermen, während sie an der Westküste Südamerikas wegen der kalten Meeresströmung weit nach Norden ausgreifen, an der südlichen Ostküste ein entgegengesetztes Verhalten zeigen, was zum Teil dem warmen Brasilstrom zuzuschreiben ist.

---

[1]) Vgl S. Günther, Handbuch der Geophysik, 2. Aufl., II. Bd., S. 720 und Albr. Penck, Morphologie der Erdoberfläche, II. Bd., S. 333.

[2]) Hans Hess, Die Gletscher, 1904, S. 396 und S. 113

Die folgenden Temperaturangaben gestatten doch wohl einen Rückschluss auf das Klima während der Eiszeit.

Das Thermometer fällt auf Falkland im Winter selten viel unter den Gefrierpunkt, im Sommer steigt es selten viel über 18,5° C. (Thomson). Schulz gibt für den Sommer ein Mittel von 47° F. (= $8^1/_3$° C.), im Winter von 37° F. (= $2^7/_9$° C.) an. D'Urville sagt auf Grund der von den Engländern im Lauf eines ganzen Jahres (1766—1767) gemachten Beobachtungen (Collection des Voyages par Dalrymple), dass die Grenze der grössten Kälte und der extremsten Wärme keine 30° F. (= $16^2/_3$° C.) überschreite, woraus er schliesst, dass das Thermometer wenig unter 0° C. herabsteigen würde. Er fügt ja hinzu, dass die Temperaturaufnahmen nur von der Küste stammen und im Innern des Landes die Winter sehr strenge sein müssten. Allein ein erheblicher Unterschied kann bei der unbedeutenden Ausdehnung der Inselfläche und den tief ins Land einschneidenden Meeresteilen, die den ausgleichenden Einfluss des Seeklimas ermöglichen, nicht bestehen. Nach der übereinstimmenden Angabe der Falklandbesucher vermag sich der Schnee auch im Winter nur einige Tage zu halten, doch bringen die kalten Südwinde selbst im Sommer nicht selten Hagel und Schnee. Pernetty erzählt, er und seine Begleiter hätten nur wegen des beständigen Nasswerdens Feuer gemacht, nicht aber wegen der Kälte, da der Winter gar nicht strenge sei.[1]) Es habe nur so viel geschneit, dass der Schnee gerade noch die Schuhschnalle bedeckte, und das Eis sei nur so stark gewesen, um einen faustgrossen Stein zu tragen. Nehmen wir nun mit Penck die Temperatur in der Eiszeit um 5° C. niedriger an als in der Gegenwart, wo das Jahresmittel gewöhnlich zu 6,1° C. angegeben wird, so erhalten wir immer noch nicht die Kältegrade, welche in vergletscherten Gebieten zu herrschen pflegen.

Indessen reichen diese Temperaturangaben nicht hin um die Behauptung von einer früheren Vergletscherung zu

[1]) Die Ausführungen Pernettys erleiden dadurch eine Abschwächung, dass er eigentlich nicht im Winter dort war, sondern im Herbste (Februar, März, April).

widerlegen. In den Polargebieten soll nämlich die Firnbildung in erster Linie auf den starken Druck einer mächtigen Schneedecke zurückzuführen sein. Ist dies richtig, so bedarf es zur Entstehung von Gletschern in der Antarktis keiner grossen Kälte, wenn nur genug Schneemassen vorhanden sind. Falkland hat während der Eiszeit sicherlich eine starke Schneedecke getragen. Sie war das Resultat der im Diluvium eingetretenen Temperaturerniedrigung und Feuchtigkeitserhöhung. So ist an sich die Bildung falkländischen Gletschereises durch Druck nicht unmöglich gewesen. Allein dann müssten doch Spuren dieser einstigen Vereisung vorhanden sein.

Fehlen von Kennzeichen einer früheren Vergletscherung.

Wir schliessen uns der Ansicht A. Kirchhoffs an, der sagt, es lasse sich auf Grund der Berichte all der Forschungsreisenden, welche die Falklandinseln besucht haben, mit ziemlicher Sicherheit behaupten, dass die Merkmale einer früheren Vergletscherung (Moränen, geschliffene oder geschrammte Felsen, erratische Blöcke und Rundhöcker) fehlen. Selbst wenn gekritzte und geschrammte Steine gefunden würden, wäre das noch lange kein vollgültiger Beweis für eine frühere Vergletscherung. Sie kommen überall vor, wo Gesteinstrümmer über andere hinweggeschleift werden. Nach Rothpletz[1]) sind Kritzung und Schrammen auf Überschiebungsflächen wohlbekannt. Léon Du Pasquier[2]) beschreibt pseudoglaziale Geschiebe, die aus einem Bachbette, J. Blaas[3]) solche, die von Lawinen herrühren. Penck[4]) weist auf das Vorkommen gekritzter Steine in Murgängen und besonders in sich setzenden tonigen Ablagerungen hin.

---

[1]) Siehe W. Branco und E. Fraas: Das vulkanische Ries bei Nördlingen und seine Bedeutung für Fragen der allgemeinen Geologie. Kapitel: Das Gestein am Lauchheimer Tunnel.

[2]) Eclogae geologicae Helveticae, Vol. 5 Nr. 1, p. 28, 29.

[3]) Verh. d. K. K. Geol. Reichsanstalt, Wien 1886, S. 155: Ein Beitrag zu den „pseudoglazialen" Erscheinungen.

[4]) A. Penck, a. a. O. Bd. 1, S. 395. Ferner A. Penck, Pseudoglaziale Erscheinungen. Ausland 1884, S. 641—646. Dieser sehr beachtenswerte Aufsatz bespricht auch noch eine Reihe anderer pseudoglazialer Erscheinungen.

Nun könnte die glänzende Politur, welche die Oberfläche der Steine zeigt, zur Meinung verleiten, es liege Gletscherschliff vor. Allein die Ursache dieser Glättung ist gleichfalls nicht auf Gletscherbewegungen zurückzuführen. An Grab- und Wegsteinen können wir oft genug wahrnehmen, wie der Wind Kanten und Ecken etwas abstumpft. Um so begreiflicher ist es, dass die heftigen Winde, die jahraus jahrein auf den Falklandinseln wehen, die Blöcke etwas abzurunden und fein zu polieren vermögen, besonders wenn sie sich der scharfen Quarzkörner als Projektile bedienen. Ein fort und fort solchem Sandgebläse ausgesetzter Block muss schliesslich wie geschliffen aussehen. In dieser Arbeit wird der Wind vom Regen unterstützt, der das anstehende Gestein wäscht, ja, mit Sand vermischt, gründlich scheuert und schleift. Natürlich setzt die grosse Härte der Quarzite der Abnützung durch Wind und Rege einen gewissen Widerstand entgegen. Wegen der im ganzen eckigen Form der weder gekritzten noch geschrammten Blöcke müssten diese jedenfalls auf oder im Gletschereis transportiert worden sein und nicht am Grunde desselben. Oberflächenmoränen können sich aber nur bei steileren Gehängen bilden, welche wir in der Umgebung der Stone Rivers vermissen. Man wird nicht behaupten wollen, dass die Bodenformen zur Eiszeit wesentlich anders gewesen seien als heute. Von erratischen Blöcken wird uns nirgends berichtet, und die kleinen, über die Ebenen zerstreuten Quarzitrücken etwa für „Roches moutonnées" zu halten, wäre eine willkürliche, durch nichts begründete Annahme. Übrigens hat O. Kuntze[1]) auch angebliche Rundhöcker durch äolische Denudation eines trockenen Wüstenklimas erklärt.

Endlich könnte sich der Verfechter einer glazialen Entstehung der Stone Rivers noch auf das fjordartige Aussehen der Sunde und Creeks berufen. Es ist eine wohlbekannte Erscheinung, dass all die Steilküsten, die in alten Gletschergebieten liegen, durch Fjorde ausgezeichnet sind. Der Zu-

[1]) O. Kuntze, Geogenetische Beiträge, Leipzig 1895: Wüstendenudation jetzt und im Oberkarbon.

sammenhang mit den Gletschern ist aber noch nicht ganz klargestellt, indem namentlich von vielen bestritten wird, dass der Eismantel so stark korradieren könne, selbst wenn er dabei durch die Erosionstätigkeit des Gletscherbaches unterstützt gewesen wäre. Wir brauchen indes die aushöhlende Kraft der Gletscher, mag sie nun gross oder gering sein, zur Erklärung der Creeks gar nicht in Anspruch zu nehmen. Andersson führt aus, dass die Inseln wiederholten Niveauschwankungen unterworfen waren. „Kleine Flusstäler, deren unterer Teil jetzt unter der Meeresfläche liegt, zeigen, dass die Inselgruppe in präglazialer Zeit (vor der „Stone Rivers"-Bildung) wenigstens 10—15 m höher als in der Jetztzeit gelegen war, während gehobene Terrassen[1]) und Ufergeröllanhäufungen anzeigen, dass die Inseln in einem postglazialen Zeitabschnitt mindestens 68 m unter ihre gegenwärtige Lage herabgesunken waren."[2]) Bei der ersten Schlussfolgerung geht der Polarforscher von der richtigen Voraussetzung aus, dass die Talbildung im wesentlichen präglazial ist. Die Hebung, welche auf die Senkung folgte, hat deren Betrag bis auf 10—15 m ausgeglichen. Ob diese Hebung jetzt noch im Gange ist, darüber liegen keine Beobachtungen vor; solche erfordern naturgemäss lange Zeiträume. Nach all diesem erklären sich die fjordartigen Meereseinschnitte einfach als „ertrunkene Täler." Das Meer hat nach der Eiszeit, wo ja nach Penck der Meeresspiegel allenthalben in die Höhe stieg, von dem Ende alter Talsysteme Besitz ergriffen, die durch die Erosion von Flüssen und Bächen geschaffen worden waren. Die nahen Feuer-

[1]) Nach Ed. Brückner zeigen sich alte Strandterrassen auch in Patagonien, Südaustralien und Südafrika.

[2]) Die Gruppe muss also in der postglazialen Senkungsperiode in eine noch grössere Anzahl von Inseln aufgelöst gewesen sein wie jetzt. Wir sind geneigt, bei einer Inselgruppe jede Spitze als einzelnes geographisches Individuum anzusehen Und doch ist ein Archipel meist ein einziger Landblock und es ist nur zufällig, dass derselbe sich nur an den uns sichtbaren Spitzen zeigt. Eine geringe Tieferlegung des Spiegels, eine geringe Hebung des Landes, und der Archipel würde sein gegenwärtiges Bild total verlieren, wir würden ihn leicht als einheitliches Massiv erkennen.

landsinseln haben, wie Darwin angibt, jetzt noch überall da Meereseinschnitte, wo anderwärts Täler sind, während umgekehrt z. B. in Chile die gegenwärtigen Haupttäler lauter frühere Meeresarme sind.

Unsere Erörterung führt zu dem Ergebnis, dass eine glaziale Erklärung der Stone Rivers nicht angeht, nachdem eine eiszeitliche Vergletscherung höchst zweifelhaft ist.

Theorie Anderssons.

Auch Andersson glaubt, dass zur Eiszeit auf Falkland ein Klima herrschte, das zu keiner Gletscherbildung führte. Dafür aber gab es im Winter eine bedeutende Schneedecke, „die beim Schmelzen einen grossartigen Transport der Detritusmassen bewirkte." Die Stone Rivers bezeichnet er als eine „subglaziale Fazies der Eiszeit", als „gewaltige Beispiele einer eigentümlichen Art von Detritustransport". Bis zur Stunde (April 1906) hat Andersson unseres Wissens die in Aussicht gestellte Erörterung der Eiszeit auf Falkland noch nicht der Öffentlichkeit übergeben; man ist also auf diese Andeutungen beschränkt.[1])

Diluviale Schneemassen auf Falkland.

Wie bemerkt, unterliegt es gar keinem Zweifel, dass sich auf Falkland zur Eiszeit eine ganz bedeutende Schneedecke absetzte. Die grosse Anzahl von Süsswasserseen, überhaupt die überaus reiche Bewässerung und starke Durchsättigung des Bodens mit Feuchtigkeit lässt uns auf eine grosse Niederschlagsmenge nicht nur in der Gegenwart sondern auch noch in der vorausgehenden geologischen Epoche, also im Diluvium, schliessen. Dass der Niederschlag in Form von Schneefällen erfolgte, geht aus den oben mitgeteilten Temperaturverhältnissen hervor sowie aus dem Umstande, dass die Wasser nicht sogleich alle abflossen, sondern ein Rückstand davon in der eben angegebenen Weise heute noch bemerkbar ist. Wie habenwir uns aber den Detritustransport im Sinne Anderssons vorzustellen? Wir wollen nicht den gewagten Versuch machen, die Anschauung

[1]) Nach Andersson sollen solche Detritustransporte auch im arktischen Gebiet und zwar auf der Bäreninsel vorgekommen sein.

des schwedischen Forschers, dessen Publikation einfach abzuwarten ist, zu erraten. Vielmehr möchten wir auch diesen Punkt einer nüchternen Prüfung unterziehen, wie wir es ebenso getan hätten, wenn Andersson die angeführte Deutung der Steinströme nicht gegeben hätte.

Lawinentransport?

Lawinen, besonders Grundlawinen, befördern gerne Schuttmaterial abwärts. Am Fusse eines häufig benutzten Lawinenzuges liegen in der Regel solche Schuttanhäufungen. Infolge des oft betonten sanften Abfalls der Gehänge können zu dem gegenwärtigen Bette der Stone Rivers keine Lawinen niedergegangen sein. Einen Transport durch Lawinen hat Andersson sicher auch nicht im Auge; denn er sagt, derselbe sei bei der Schneeschmelze vor sich gegangen.

Transport durch die Schmelzwasser der Eiszeit?

Nach S. Günther[1]) verlieren die unteren Schneelagen mit der Zeit ihre Porosität und lassen Regen und Schmelzwasser nicht mehr durch, was Anlass zu Überschwemmungen gibt. Es ist nicht undenkbar, dass auf solche Weise während der Eiszeit Hochfluten eintraten, welche den im Laufe der Zeit auf die Schneedecke geratenen Schutt nebst losen Blöcken in den Tälern zusammenschwemmten. Noch mehr wird dies der Fall gewesen sein am Ende der Eiszeit, als die sämtlichen, so gewaltigen Schneemassen zu schmelzen begannen. Friedrich Ratzel gibt in seinem geistvollen Werke „Die Erde und das Leben“ (Bd. 1, S. 479) die Abbildung[2]) eines durch mächtige Hochfluten entstanden gedachten „Stromes von Quarzitblöcken“ am Tanganai im südlichen Ural. Der Anfang zu solchen Blockanhäufungen mag durch einige der grössten Blöcke gemacht worden sein, die das Hochwasser, wenn zufällig Terrainschwierigkeiten im Flussbette eintraten oder zeitweise seine Kraft geringer wurde, auf der Talsohle liegen liess. Nun fanden die nachkommenden Geschiebe einen Halt, und so rammten sich die Steine fest. Die einmal verankerten Blöcke vermochten auch hochangeschwollene Fluten nicht mehr fortzubewegen; wohl aber spülten sie das Blocklager durch und entfernten alles feine

---

[1]) S. Günther, Handbuch d. Geophysik, 2. Aufl., II. Bd., S. 715/716.

[2]) Diese erinnert sehr an unsere Stone Rivers.

und lockere Material. Dadurch sackten sich die Steine zu einem festeren Gefüge zusammen. Der Fluss versank natürlich in die Tiefe und die Hauptwasserader kommt nunmehr an der Talmündung unter dem Steinlager zum Vorschein.

Bedenken gegen den Transport durch eiszeitliche Fluten.

Aber auch diesem Erklärungsversuch gegenüber kann ich einige Bedenken nicht unterdrücken. Es fehlt jede Spur, welche die Herkunft der Blöcke durchs Wasser verraten würde. Selbst bei nur kurzem Transportwege wäre doch ein Abstossen und Runden der Ecken erfolgt, da die Fortbewegung um so langsamer sein muss, je grösser die Geschiebestücke sind. Und diese haben, wie wir wissen, oft eine ganz bedeutende Grösse. Nicht leicht erklärlich ist auch der Vorgang der Überlagerung der Schichten. Bei der Höhe der meisten Blöcke und der unbedeutenden Neigung der Täler muss eine Lage schon das Gefälle und mithin die Triebkraft des Wassers merklich verringert haben. Trotzdem sind dann darüber noch mehrere Blockschichten geschoben worden und zwar ohne besondere Abnützung der Oberfläche!?

Ich bezweifle es, ob Andersson die Steinströme als das Werk diluvialer Schneefluten betrachtet wissen will. Indem er sie als eine „eigentümliche“ Art von Detritustransport bezeichnet, scheint er auf eine Deutung abzuzielen, die beim Kapitel über „Bodenbewegungen“ eine Würdigung finden soll.

Theorie Thomsons.

Die bis jetzt aufgeworfenen Fragen über die Entstehungsweise der Stone Rivers haben eine negative Beantwortung erfahren. Indem wir uns der Erklärung Thomsons zuwenden, dürften wir nunmehr zu positiveren Ergebnissen gelangen.

Thomsons Erklärung der Stone Rivers.

Die Quarzitschichten sind sehr verschieden hart. Die weicheren verwittern im Laufe der Zeit zu Sand und bröckeln ab. Wenn endlich diese Verwitterung weit genug um sich gegriffen hat, so verlieren die harten Quarzite ihre Stütze, brechen ab und fallen auf die Böschung.

Alsbald werden die Bruchstücke von der Vegetation überwuchert, und kleine Unebenheiten des Torfbodens nur deuten auf das Vorhandensein der eingebetteten Blöcke hin. Diese ganze Oberflächenschicht, von Thomson „Soil-cap“ („Bodenkappe“, „Deckboden“) genannt, begibt sich nun auf eine allerdings unendlich langsame Wanderschaft. Die Hauptursache derselben liegt in dem Wechsel von Durchfeuchtung und Austrocknung des Bodens. Nimmt der Torf viel Feuchtigkeit auf, so dehnt er sich aus und die Blöcke gleiten ein wenig abwärts. Tritt wieder trockenes Wetter ein, so vermag die jetzt erfolgende Zusammenziehung des Bodens die Blöcke gegen ihre Schwere nicht mehr in die Höhe zu heben um die erste Bewegung auszugleichen. Ferner entfernt das die Böschung herabfliessende Regenwasser die losen Partikelchen vor den Steinen und auch das Pflanzenmaterial, das deren Unterlage bildet, untersteht einem fortwährenden Prozess des Absterbens und Fortschaffens. So gelangen die Blöcke im „Deckboden“ allmählich den Abhang hinunter und häufen sich im Tale auf. Hier spült der Wasserlauf, der seinen Weg von Zeit zu Zeit ändert, den Boden fort und die Blöcke bleiben nackt liegen.

Die Stone Rivers ein besonderer Fall einer weit verbreiteten Erscheinung.

Ganz entschieden verwirft Thomson, und mit ihm Renard, den Gedanken an glazialen Einfluss auf die Entstehung dieser grossen „Moränen“. Er sieht in den Steinströmen den extremen Fall einer Erscheinung von weit verbreitetem Auftreten, der nur bisher zu wenig Beachtung geschenkt worden sei. Man habe sie mit glazialen Wirkungen verwechselt, weil die Unterscheidung beider sehr schwierig sei. Der Forscher fügt eine Wahrnehmung hinzu, die er in den Bergen Westschottlands und in vielen anderen Teilen der Welt oft gemacht hat. Wenn nämlich Hügel von Tonschiefer sich sanft abdachen und von einer starken Vegetationsdecke überwuchert sind, in der von einem höheren Niveau stammende Steinblöcke sich befinden, so sind die Schichtenköpfe plötzlich nach abwärts gebogen und gebrochen, und häufig können die Bruchstücke der gebrochenen Schieferschichten 1 oder 2 Yards (1 Yard = 91,44 cm) im Deck-

boden verfolgt werden. Thomson beschreibt einen solchen, durch einen Fluss verursachten Aufschluss im Westen Schottlands. Die Schieferschichten waren abwärts zerdrückt und die Stücke oft weit über die Böschung hinab verschleppt. Es drängt sich dem Beschauer mit Gewalt die Vorstellung einer unwiderstehlichen Bewegung auf, die hier tätig gewesen sein musste. Aber weder Hütten noch alte Bäume zeigten irgend einen Beweis von einer Drehung oder einer sonstigen Dislokation. Die Bewegung ging so langsam vor sich, dass sie während der Dauer einer Hütte oder eines Baumes sich nicht geltend machen konnte, und ausserdem durchdrang sie augenscheinlich die ganze Masse gleichmässig.

Aus diesen Beobachtungen zieht Thomson den Schluss, dass der „Deckboden", wo nur immer eine Neigung vorhanden ist, in Bewegung sein muss. Er vermengt sich, während er über die felsige Unterlage hinabgeschleift wird, mit den Blöcken und Geröllen, und wenn das Fortschreiten des Erdgletschers teilweise aufgehalten wird, wie etwa bei der verengten Mündung eines Tals, so häufen sich diese moränenartigen Massen auf, während das Sickerwasser mit der Zeit den Boden entfernt.

Beurteilung dieser Theorie in der Literatur.

Die wissenschaftliche Kritik verhält sich zu dieser Theorie teils zustimmend, teils ablehnend. Renard meint zwar, dass nur ein detailliertes Studium der lokalen Bedingungen uns in den Stand setzen könne zu sagen, ob sie für alle diese Tatsachen hinreichend sei. Indessen zieht er sie wegen ihrer Einfachheit der Darwinschen vor und glaubt, durch sie wäre dessen Prophezeiung (s. S. 24) in Erfüllung gegangen. Schulz hat nur drei Bedenken, nämlich 1. der Boden entfernt sich nicht von den Steinströmen, sondern wächst in sie hinein; 2. die Temperaturunterschiede sind sehr gering; 3. diese Bildung müsste sich auch anderwärts zeigen. Lorié gibt die von Thomson bezeichnete Ursache für die Bewegung zu und sagt, die Theorie von der Ausdehnung der Gletscher sei hier modifiziert für einen speziellen Fall. Doch will er dieser Ursache für die Bodenbewegungen überhaupt weniger Bedeutung beilegen als

denjenigen, wie sie Fischer und Kerr (s. u.) hervorheben. James Geikie macht verschiedene Einwendungen und Robert Vallentin hält Thomsons Erklärung für gewagt (s. u.). Die Geographen und Geologen, welche gleich Thomson einer allzu willkürlichen und ausgedehnten Anwendung der beliebten Glazialtheorie entgegentreten, berufen sich zum Teil auf Thomsons Erklärung der Stone Rivers, ohne sich aber — soweit uns wenigstens die Literatur hierüber bekannt geworden ist — auf diesen Fall näher einzulassen.

Es sind nach Thomson zwei Hauptphasen in der Bildungsgeschichte der Stone Rivers zu unterscheiden: Die Loslösung der Blöcke aus dem Felsenverbande durch die Verwitterung und ihr Transport im „Deckboden" bis zur Ablagerungsstelle. Unsere nächste Aufgabe ist es, den Verwitterungsprozess zu verfolgen.

I. Abbruch der Blöcke auf den Höhen.

Mechanische Verwitterung.

Auswitterung weicher Schichten aus harten und Abbruch der letzteren.

Was Thomson hierüber sagt, leuchtet sofort ein. Diese mechanische Verwitterung, die sich an den von Vegetation entblössten Höhenrücken vollzieht, ist durchaus nicht einzig in ihrer Art, sondern kann auch anderswo beobachtet werden. Wie ein aus harten und weichen Mineralien gemengtes Gestein dadurch zerfällt, dass die Verwitterung die weicheren herausfrisst, so werden, wenn harte und weiche Schichten im Gesteinsaufbau abwechseln, letztere durch die Verwitterung abgenagt und aufgelöst, worauf ihre Fortführung erfolgt. In solcher Weise geschieht z. B. der Abbruch der Schwäbischen Alb an ihrem nordwestlichen Steilabfalle. Dort sind im Liegenden die weichen Schichten des Doggers, besonders Tone, im Hangenden aber die härteren Kalksteine des Malms. Jedoch wechseln, wie in der Juraformation überhaupt, weiche und harte Schichten öfter miteinander. Die ersteren verwittern und werden entfernt. Damit verlieren die harten Gesteinsbänke ihre Unterlage und brechen in die Tiefe. Allerdings ist am Fusse des Alb immer nur ein kleiner Teil der abgestürzten Trümmer (der „Abtrauf") zu sehen, da die Kalkmassen bald der chemischen Ver-

witterung anheimfallen und sich auflösen. Aber „wenn die Alb einst bis Stuttgart oder gar bis an den Rhein das ganze Gebiet statt mit Kalkmassen mit Quarziten überschüttet hätte, würden die Gesteine nur den Platz gewechselt haben". (W. Branco.)[1])

Wesen der mechanischen Verwitterung auf Falkland.

Welche Faktoren arbeiten nun in Falkland auf die Zerstörung und Fortschaffung der Gesteine hin? Da, wo eine dichte Pflanzendecke, wie besonders in den Niederungen, den Boden schützt, kann von mechanischer Verwitterung kaum die Rede sein. Ihr Walten beschränkt sich auf die kahlen Bergeshöhen. Infolge des ziemlich gleichmässigen, wenn auch rauhen Klimas gibt es keine schroffen Temperaturgegensätze, die im Gesteinsverbande etwa Spannungen und hierdurch Sprengungen hervorrufen könnten. Ebenso wenig ist anzunehmen, dass der Frost, dieser gewaltige Felsenzertrümmerer der Hochgebirge und polaren Gegenden, in der Verwitterung der Bodengesteine Falklands von besonderem Belang wäre. Wir möchten gerade die Abbröckelung der weichen Sandsteine zwischen resp. unter den Quarzitschichten hauptsächlich dem Winde und dem Regen zuschreiben.

Erosion des Windes. („Deflation".)

In der Nähe dreier Meeresströmungen, zweier kalten und einer warmen,[2]) darf wohl zum Teil der Grund für die ausserordentliche Häufigkeit starker Luftströmungen auf Falkland gesucht werden. Der Wind ist der ungebärdige Herr der Inseln, und alle Falklandbesucher haben seine rauhe Hand gefühlt. Nach Schulz geht im Sommer täglich ein starker Wind, der um Mittag seinen Höhepunkt erreicht. Manchmal wehen die heftigsten Stürme drei Tage hindurch unausgesetzt. Sie würden die Inseln förmlich wegblasen, wenn nicht ein äusserst dichter Pflanzenteppich den Boden bedeckte. Die gütige Mutter Natur hat die Pflanzen, welche

[1]) Schwabens 125 Vulkan-Embryonen und deren tufferfüllte Ausbruchsröhren; das grösste Maargebiet der Erde von Prof. W. Branco. I. Teil, S. 529 f. (Württembergische Naturwissenschaftliche Jahreshefte (50) 1894.)

[2]) Es ist bezeichnend, dass der Wind hauptsächlich von S. nach N. weht, also von den kalten Meeresströmungen zur warmen hin.

einen etwas höheren Wuchs haben, durch einen biegsamen Stengel geschützt, die kleinen Kräuter aber in buschigen Rasen vereinigt, die den stärksten Orkanen Trotz bieten. Kriechwurzeln und horizontal verlaufende Schösslinge verflechten das Krautwerk enge nach allen Richtungen und verleihen dem Ganzen einen unverrückbaren Halt. Auf den Wind führt man den völligen Baummangel der Inseln und das Misslingen aller Aufforstungsversuche zurück. Pernetty beobachtete, dass die Kräuter und Sträucher infolge der häufigen S.- und S.W.-Winde in der Richtung nach N. und N.O. geneigt sind.

So ist an der Tatsache nicht zu zweifeln, dass Falkland den wütendsten Winden preisgegeben ist. Umsomehr fällt es auf, dass kein Falklandbesucher, auch Thomson nicht, von der Winderosion auf den unbewachsenen Höhen und der Untergrabung der Gehänge durch dieselbe spricht. Mag man früher den Anteil des Windes an der Abtragung von Land nicht genügend eingeschätzt haben, in neuerer Zeit legen einige Forscher seiner Tätigkeit umsomehr Gewicht bei (z. B. Joh. Walther[1]). In Bezug auf den hier vorliegenden Fall sei verwiesen auf Pumpelly,[2]) der auch die Tatsache hervorhebt, dass leicht verwitterbare Gesteine aus widerstandsfähiger Umgebung herausgeweht werden.

Erosion des Regens.

Hand in Hand mit dem Winde arbeitet bei der Abtragung des lockeren Gesteins der Regen mit.

Die jährliche Niederschlagsmenge auf Falkland gibt Schulz auf 20 Zoll = 507 mm ca. an. Dieser geringe Niederschlag ist geradezu unglaublich angesichts der übereinstimmenden Berichte aller Reisenden von der Häufigkeit von Regenschauern und Hagelwettern. Schulz selbst

---

[1]) Joh. Walther, „Das Gesetz der Wüstenbildung“ und besonders „Denudation in der Wüste“. Pechuel-Loesche beschreibt die ausserordentliche Zerstörungsarbeit der von heftigen Winden mitgeführten Sande an festem Gestein im Hererolande.

[2]) The Relation Secular Rock-Rock-disintegration etc. (Am. Journ. (3), XVII, 1879, p. 139.) Vergl. Penck, Morphologie der Erdoberfläche, I. Bd., S. 258. Ferner Passarge, „Die Inselsberglandschaften im tropischen Afrika“. (Naturwissensch. Wochenschrift, 1904, S. 657.)

spricht von fast beständigem Regen und Nebel; er zählt 200 Regentage im Jahre. Ebenso Thomson. D'Urville teilt mit, die Regengüsse hätten während seines ganzen Aufenthaltes vom 18. November bis 18. Dezember ohne Unterlass gedauert.[1]) Der Himmel ist meistens bedeckt, allerdings sind Gewitter unbekannt. Trotz des vielen Regens ist die Luft wegen der starken Winde nicht übermässig feucht. Gegen die grosse Feuchtigkeit sind die Pflanzen von der Natur durch einen firnisartigen Anstrich geschützt. Durch zuverlässige Messungen wird sich daher für Falkland eine bedeutendere jährliche Regenhöhe ergeben müssen, als Schulz annimmt.

Die grosse Menge des alljährlich niedergehenden meteorischen Wassers hat nun auch eine kräftige Denudationsarbeit zur Folge. Abgesehen von den zerstörenden äusseren Angriffen auf die Felswände findet eine Durchsetzung des Sandgesteins durch das Sickerwasser statt, das in dieses durch die Spalten der Quarzite eingedrungen ist. Neigen sich die Sandsteinbänke gegen den Horizont, so kommt das Wasser da, wo sie ausbeissen, sickernd zum Vorschein und hier ist das Gestein, infolge der Verwitterung von aussen und innen, am mürbsten.

Gemeinsame Arbeit von Wind und Regen.

Wind und Regen sind also in der Gegenwart die Hauptfaktoren der Verwitterung auf Falkland. Den harten Quarziten freilich vermögen sie nicht so übel mitzuspielen; hier können sie nicht mehr als eine leichte Abrundung der Ecken und Kanten und eine Polierung der Gesteinsoberfläche erreichen. Aber die Sandsteine werden vom Regen, der an die Felswand schlägt, zermürbt, und der Wind fegt die Partikelchen hinweg, wenn sie nicht schon der Regen weggeschwemmt hat.[2]) Hat er einmal eine Rinne gegraben, so

[1]) Und dabei nennt Schulz den November noch den trockensten Monat.

[2]) Die von Pechuel-Loesche aus dem tropischen Afrika geschilderten Erosionsgebilde in Lateritmassen, die eine besonders interessante Art von „Ruinen" bilden, führt der Forscher u. a. zurück auf die mechanische Kraft der Regentropfen und auf staubführende Winde. (Kongoland, Jena 1887, S. 334.)

verfängt er sich gewöhnlich darin und furcht sie immer tiefer aus, bis das unterhöhlte Gestein abbricht.

Natur-Ruinen.

Auch die bereits beschriebenen Ruinen sind durch die mechanische Verwitterung unter kräftiger Mitwirkung des Windes entstanden.

Definition. Ruinen, wie sie uns von Falkland geschildert werden, sind, so wenig wie die Steinströme selbst, einzig in ihrer Art. Verwitterung und Erosion haben da und dort seltsame Felsengestalten, besonders aus geschichtetem Material, herausgearbeitet. Ihre wunderlichen Skulptur- und Architekturformen schmückt die Natur oft noch mit anmutigem Farbenreize. Sehr häufig lösen sich Bergesgipfel und Felspartien in Trümmermassen auf, deren wildphantastisches Aussehen und gigantische Formen den menschlichen Geist ebenso mit Schauer und Bewunderung erfüllen wie die sagenumsponnenen Ruinen einer alten Ritterburg. Wenn solch absonderlich geformte Felsen hier mauer-, dort turmartig sich erheben, ja zuweilen recht seltsames Aussehen annehmen, möchte man vergessen, dass man tote Massen vor sich hat, die dem Zufall ihre eigenartigen Formen verdanken, und die Phantasie ist geneigt, ihre Entstehung dem Walten geheimnisvoller Mächte zuzuschreiben.

Der Ausdruck „Ruinen“ scheint nun recht passend zu sein für alle Oberflächenformen, welche durch Erosion gelitten und besonders charakteristische Formen angenommen haben. Übrigens ist der Name „Vulkanruinen“ schon länger für ähnliche Erscheinungen vulkanischen Ursprungs in Gebrauch.[1]) Es empfiehlt sich vielleicht, „Block“- und „Fels“-ruinen zu unterscheiden, je nachdem sich dieselben aus losen Steinen oder festeren Felsmassen aufbauen.

Berühmte Ruinen. Bereits C. W. J. Ritter[2]) hat eine Beschreibung merk-

[1]) Siehe: 1. Friedrich Ratzel, Die Erde und das Leben, 1. Bd., S. 150. Ein anderes Kapitel, S. 241, ist betitelt: „Reste und Ruinen von Gebirgen“. S. 519 spricht er nicht nur von „Felsenmeeren“ sondern auch von „Felsenmauern“. 2. Em Kayser, Lehrbuch der Geologie, 1. Bd, 1893, S. 366.

[2]) Beschreibung merkwürdiger Berge, Felsen und Vulkane, Hamburg 1806.

würdiger Felsformen gegeben, und auch A. Heim[1]) haben die Verwitterungsformen der Berge beschäftigt.

Beispiele von Ruinen lassen sich in allen Bergländern auffinden. Auch in Bayern fehlen sie nicht. Zwischen Weltenburg und Kehlheim zwängen die Donau seltsam geformte Kalkfelsen ein und bilden Figuren, welche der Volksmund mehr oder minder zutreffend zu benennen weiss. Ebenso hat die Fränkische Schweiz bizarre Felspartien aufzuweisen, und in unserer grossartigen Alpenwelt zeigt sich dem Auge manche groteske Szenerie. In der Sächsischen Schweiz bildet die Bastei eine eigenartige Felsengruppe. Die Böhmische Schweiz besitzt in der Adersbacher-, Weckelsdorfer- und Dittersbacher Felsenstadt (letztere bereits in Preussisch-Schlesien) äusserst merkwürdige Felspartien. Man zeigt da beispielsweise[2]) den „Adersbacher Bürgermeister mit der Allongeperücke", „das Brustbild Kaiser Leopolds", „eine betende Nonne", „einen Kaminfeger", „einen aufwartenden Pudel". Auch ein Amphitheater bilden die Weckelsdorfer Felsen; statt des Sandes bedeckt die Arena aber ein Chaos von Felstrümmern. Eine Berühmtheit besitzt die Fingalshöhle auf Staffa. Auch der von William Hamilton beschriebene Giant's Causeway sei hier erwähnt. Man erzählt sich, die spanische Armada habe einige Basaltsäulen auf dem Steilufer des Riesendammes für Kamine des weiter südwestlich gelegenen Felsenschlosses Duncluce Castle gehalten und sie deshalb beschossen. Die kühnsten und grossartigsten Felsengebilde sind aber in Nordamerika zu treffen. Am White East River in Nebraska befindet sich ein grosses Amphitheater mit ockerfarbigen Mauern. Die Indianer haben dafür den Namen „die verwünschte Stadt". Einen geradezu überwältigenden Anblick muss nach dem von Powell aufgenommenen Panorama die Landschaft am oberen Ko-

[1]) Einiges über die Verwitterungsformen der Berge. (Neujahrsbl. d. Naturf. Ges., Zürich, 1874, LXXVI.)

[2]) Die Weckelsdorfer Felsen. Ein Typenbild aus der Böhmischen Schweiz von Friedr. Simony in Hölzels Geographischen Charakterbildern für Schule und Haus, Wien 1886.

lorado[1]) gewähren. Hier haben tektonische Störungen und das Wasser im Verein mit dem Winde Formen geschaffen, wie sie die kühnste Phantasie nicht grossartiger hervorzaubern könnte. Bei der Vegetationslosigkeit des Landes wird keine Linie in diesem einzigartigen Bilde verwischt. Ein Wirrsal von scharf abgestuften Schluchten, eine überraschende Regelmässigkeit der Hauptobjekte trotz der labyrinthischen Anordnung und unendlichen Mannigfaltigkeit im einzelnen bietet sich dem staunenden Auge dar. Immer wieder sind es majestätische, nach oben sich verjüngende Tempelberge („Buttes"), palastartige, über alles Mass emporsteigende Gebilde und ungeheuere Bastionen, mit Türmen flankiert und mit Zinnen gekrönt, die den Blick auf sich ziehen und dem Ganzen ein charakteristisches Gepräge verleihen. Dazu hat Künstlerin Natur nicht nur mit dem Meissel, sondern auch mit dem Pinsel gearbeitet, indem das wechselnde Farbenspiel der verschiedenen Gesteinsschichten das Ausserordentliche der Szenerie erhöht.

Entstehung der Ruinen auf Falkland.

So hat auch Falkland seine Ruinen. Es kommen hier die Trümmermassen auf den Bergeshöhen in Betracht, die bald mit den Ruinen einer Kathedrale (Darwin), bald mit denen von Tormauern (Pernetty) verglichen werden. Auch das von Pernetty erwähnte Amphitheater gehört hierher. Aus den Darlegungen Darwins geht hervor, dass diese Ruinen aus den bereits besprochenen „Dome-shaped hills of quartz" entstanden sind. Die Verwitterung hat in diesem homogenen Quarzitgestein anders gearbeitet als auf den Höhen, wo die harten Quarzite mit den weichen Sandsteinen abwechseln. Da sie keinen Sprüngen folgen konnte, rief sie eine schalige Absonderung hervor.

Bei dieser Zerstörung der Hügel muss uns die Verschiedenartigkeit der Verwitterungsformen auffallen. Wir haben uns da eben vor Augen zu halten, dass durch die besonderen Beschaffenheiten des Bodenreliefs und der das-

[1]) Gleichfalls in Hölzels Geographischen Charakterbildern: Der Grosse Cañon des Colorado von Franz Toula. Im Anhang befindet sich das erwähnte Panorama, vom Point sublime aus aufgenommen. Die Literatur über den Cañon ist eine äusserst ausgedehnte (s. Dutton, Tertiary History of the Grand Cañon, Washington 1882).

selbe aufbauenden Gesteine, sowie durch die Lage der Bodenerhebungen zur herrschenden Windrichtung der äolischen Verwitterung gewisse Richtlinien vorgezeichnet sind, die im Verlaufe des Prozesses nicht mehr verlassen werden. Die einmal angenommene Erosionsform bleibt im wesentlichen dieselbe, nur wird sie erweitert und vertieft, besonders durch den Wind, der sich immer wieder in den bereits gebildeten Vertiefungen des Bodens fängt.

Wenn die Verwitterung gleichmässig die Bergkuppen zersetzte, so entstand ein Haufwerk von Blöcken, wie es vielfach die Bergspitzen krönt. Die Erdteilchen und Gesteinspartikelchen an und zwischen den losen Blöcken haben die Atmosphärilien fortgeführt. Das sind die auf den Bergen angehäuften Trümmermassen, von denen Darwin spricht.

Mauerartige Ruinen.

Wirkte sie dagegen in der Richtung einer Geraden vom Kamme aus in die Tiefe, so mussten mauerartige Ruinen entstehen. Die talähnliche Furche wurde durch die Denudation vertieft und ständig vom Winde durchfegt. Darwin denkt sich die Sache auch so, wenn er sagt: „Ist in der Nähe des Gipfels ein Tal ausgehöhlt, so bietet sich ein seltsames Schauspiel natürlicher Architektonik, welche das äusserste Erstaunen des alten Reisenden Pernetty hervorgerufen hat.“ Die Verwitterung höhlt von gewölbeartigen Erhebungen sehr häufig den Kern aus. (Vgl. den englischen Weald!) Dann bleiben rechts und links die Schichten mauerartig stehen.[1]) Ihre Struktur ist natürlich nach dem Prozesse auch gelockert. Parallelepipedische Stücke setzen in unserem Falle die Mauern zusammen, wenn mehr die oberen horizontalen Schichten aus den Hügeln herausgewittert sind, gebogene, Firstziegeln ähnliche aber, wenn die Verwitterung bereits tiefer gefressen hat. Die erstere Erscheinung möchten wir in den Tormauern Pernettys, die letztere in Darwins Ruinen einer Kathedrale erblicken. Denn bei diesen erfolgt vielfach der Einsturz, da gekrümmte Gesteinsstücke ein für die Gleichgewichtslage zu unsicheres Fundament abgeben.

[1]) Nahe liegt auch der Gedanke an ein Aufbruchtal, entstanden durch starke Spannungen im Faltungssattel. Siehe Siegm. Günther, Handbuch der Geophysik, II. Bd., S. 866

Gümbel[1]) zeigt in seiner „Geognostischen Beschreibung des Fichtelgebirges", wie die kugelige, schalige und plattenförmige Ausbildung der Granitmasse der mauerähnlichen Felsgestaltung zugrunde liegt. Gerade im Fichtelgebirge sieht man daher Ruinen, die den eben beschriebenen sehr stark ähneln, recht häufig. Das Backöfele auf dem Schneeberg, der Rudolfstein, die Luchsburg, die Platte und der Görgelstein sind solche. (Siehe die Abbildungen bei Gümbel!) Von der Teufelsmauer bei Oschitz in Böhmen sagt Günther[2]), dass sie mehr den Eindruck eines menschlichen Bauwerkes, als den einer Naturschöpfung erwecke. Im Lyonnaisgebirge erheben sich über Schiefergestein Quarzmauern bis zu 10 m Höhe.[3]) Nach Katzer[4]) tritt in den Randpartien des böhmischen Mittelgebirges eine plattenförmige Absonderung auf, und die flachen Platten sind oft mauerartig übereinander aufgehäuft[5]) So sind die Ruinenformen, die Falkland besitzt, auch anderwärts anzutreffen.

---

[1]) Gümbel, Geognostische Beschreibung von Bayern, 3. Teil, 1879. S. 132, 133, 363, 364.

[2]) Siegm. Günther, a a. O., I. Bd., S. 393 94. Siehe die Abbildung bei M. Kayser, Lehrbuch der Allgemeinen Geologie, Stuttgart 1893, S. 92.

[3]) Friedr. Ratzel, Die Erde und das Leben, 1901, 1. Bd., S. 519.

[4]) Fr. Katzer, Geologie von Böhmen, Prag 1892, S. 758ff.

[5]) Die Beispiele liessen sich leicht vermehren. Lipold erwähnt in seiner Abhandlung über die kristallinischen Schiefer- und Massengesteine in Nieder- und Oberösterreich, nördlich von der Donau (Jahrbuch der K. K. Geol. Reichsanstalt, 1852. No. 3, S. 35—54) Granitfelstrümmer in Lagen, dass man kaum begreifen kann, wie sie das Gleichgewicht beibehalten können. Besonders Ferd. Hochstetter (Geognostische Studien aus dem Böhmerwalde I. und II. Jahrbuch der K. K. Geologischen Reichsanstalt, 5, 1854, S. 1–67; 6, 1855, S. 10–29) beschreibt mauerartige Ruinen und gibt Abbildungen hiervon. Hierher gehören der Leiterstein auf dem Schöninger bei Krumau, eine Granulitfelspartie aus Platten, die eine fast baumhohe, mehrmals vorspringende Mauer bilden (I, S 17); ferner der Biskoitz-Kamen, eine lange Felsmauer aus Granit und Granulit, auf dem Buglataberg bei Jaronin (die Abbildung zeigt eine wunderbare Ähnlichkeit mit einem Kunstbau) (I, S. 19); endlich der Dreisesselfels und nördlich davon der Königsstein. Sie sind mauer- und turmartige Felspartien aus Granitplatten und Granitblöcken (II, S. 14 und 15).

Ruinen gleich Amphitheatern.

War endlich die Verwitterung an den Hügeln Falklands einseitig tätig, indem nämlich diese fast nur auf der Wetterseite angegriffen wurden, so entstand eine Art Amphitheater. Auch die amphitheatralische Verwitterungsform ist eine gar nicht seltene Erscheinung. Namentlich tritt sie oft in Wüsten auf, wo die der Stufenbildung feindliche Denudation wenig wirken kann. Ferner haben alte Krater oft das Aussehen eines Amphitheaters. Hier ist die trichterförmige Vertiefung eben von vornherein gegeben und die Verwitterung hat nur noch den Stufenbau besser heraus zu arbeiten. Die Kraterinsel St. Paul im Indischen Ozean gleicht einem einzigen grossen Amphitheater.[1]) Walther[2] führt die Amphitheater im Grand Cañon einzig auf äolische Wirkungen zurück. Auch wir möchten ihre Bildung auf Falkland vornehmlich der Windtätigkeit zuschreiben. Die gewölbeartige Beschaffenheit der rundlichen oder ovalen Hügel begünstigt die Entstehung der halbkreisförmig ausgeschweiften Stufen. Dabei mag die Stufenbildung durch Abbruch in der Weise, wie Hettner[3]) an einer ursprünglich senkrechten Wand schematisch zeigt, unterstützt worden sein.

II. Transport der Blöcke.

Die Verwitterungsvorgänge auf Falkland verdienen unsere vollste Beachtung. Die eben besprochenen Ruinen bilden eine typische Erscheinung derselben. Wir haben in ihnen Felsentrümmer zu erblicken, die noch am Orte ihrer Entstehung sich befinden. Die Blöcke, welche die Stone Rivers zusammensetzen, sind auch durch den Verwitterungsprozess, und zwar aus dem heterogenen Höhengestein, herausgebrochen worden, aber sie haben in dem durch die chemische Verwitterung erzeugten Torfboden einen Transport erfahren.

[1]) Friedr. Ratzel, a. a. O., I. Bd., Abbildung S. 162, Text S. 163. Hier spielte natürlich die Brandungswoge eine grosse Rolle.

[2]) Die nordamerikanischen Wüsten (Abhdl. der Gesellschaft für Erdkunde, 1892, S. 32).

[3]) Hettner, Gebirgsbau und Oberflächenbeschaffenheit der Sächs. Schweiz. Stuttgart 1887, S. 297 (Forschungen zur deutschen Landeskunde, 2. Bd., 1888).

Chemische Verwitterung.

In den mit einer dichten Vegetationsdecke versehenen Ebenen Falklands findet eine weitgehende Zersetzung und Umwandlung der Pflanzen in Torf statt. „Das Klima von Südamerika," sagt Darwin, „scheint für die Erzeugung von Torf besonders geeignet zu sein. Auf den Falklandinseln wird fast jede Pflanze, selbst das rauhe Gras, das die ganze Oberfläche der Inseln bedeckt, in diese Substanz verwandelt." Während die chemische Verwitterung in den feuchten Tropen oft eine gewaltig tiefgründige Zersetzung der Oberfläche bewirkt — nach Pechuel-Loesche[1]) sind ganze Erhebungen bis aufs Herz in Laterit verwandelt worden — schafft sie in der gemässigten Zone die weniger mächtige, aber umso nützlichere Ackerkrume, in den höheren Breiten aber erzeugt sie Torf. Das kalte Wasser vermag nicht so scharf anzugreifen wie das warme; es beschränkt sich also die Verwitterung auf die Vegetationsdecke, die im wesentlichen ohne mineralische Beimengung verkohlt.[2])

Torfbildung auf Falkland.

Die starke Torfbildung auf Falkland hat ihren Grund in dem Zusammenwirken verschiedener Faktoren. Wir meinen den fast beständigen Regen, die konträren Winde, morastige Bäche und endlich eine stark wuchernde Pflanzendecke, welche die zur chemischen Verwitterung nötige Kohlensäure abgibt. Der Wind ist der Torfbildung gegenüber machtlos, er vermag sie nicht zu verhindern, da er im Bereich der Torfmoore ohne Einwirkung auf die Oberfläche dahinstreicht. Auch die Abspülung ist in Mooren und Tundren gerade so wie in Wäldern gering.[3]) So breitet sich denn der Torfboden überall aus und reicht bis auf die Berge hinauf. Torf ist daher das wichtigste Brennmaterial auf Falkland. Die ganze Vegetation entspringt aus einem elastischen Torfboden, zu dessen Bereicherung sie nach ihrem Absterben bestimmt ist.

---

[1]) Westafrikanische Laterite (Das Ausland, 1884, 1, S. 426).

[2]) Siehe Ed. Brückner, die feste Erdrinde und ihre Formen, 1897, S. 193.

[3]) Albr. Penck, Morphologie der Erdoberfläche, 1. Bd., S. 242.

Thomson führt folgende torfbildende Pflanzen an: 1. Empetrum rubrum (macht nach Pernetty die Hälfte des Torfes aus). Es ist eine Rauschbeere mit roten Früchten, von den Falkländern Diddle-dee-Beere genannt. 2. Myrtus nummularia, eine kleine kriechende Myrte, auch mit roten Beeren, die angenehm riechen und mit Blättern, welche als Substitut für Tee benützt werden 3. Caltha appendiculata, eine Zwergart der Sumpfdotterblume; 4. einige Seggen oder Riedgräser, wie Astelia pumila, Gaimardia australis und Rostkovia grandiflora. Auch Bolax glebaria trägt ohne Zweifel wesentlich zur Torfbildung bei. Zunächst bleiben die Wurzeln, die Stengel und die faulen Blätter dieser Pflanzen meist unverändert erhalten, geraten aber tiefer in den Torf hinein; schliesslich jedoch verwandelt sich das Ganze in eine kohlenstofthaltige Masse. Der Boden gibt daher leicht unter den Füssen nach, besonders an den Ufern der Flüsse, die sehr morastig sind; aber die Vegetation ist hier so blühend und enggedrängt, dass man fast nirgends den Boden selbst bemerkt. Bei der Allgemeinheit des Torfbodens ist der Verkehr in dem sumpfigen Lande sehr schwierig; nur Saumpfade führen, sich windend und drehend, zwischen Sümpfen und Morästen zu den Farmen hin. Ein Pass auf Falkland bedeutet nicht einen gangbaren Bergeinschnitt, sondern einen Weg, durch den es möglich ist, über einen Sumpf zu reiten. Die Pferde wissen es sehr gut, wenn sie sich dem gefährlichen Grunde nähern, und zittern am ganzen Körper, falls sie gezwungen werden, ihn zu beschreiten. Die Dicke der Torfschicht ist ziemlich beträchtlich und zwar im Innern der Insel mehr als am Ufer. Die Feuchtigkeit dringt sehr rasch ein, so dass der Rasen nach einem Regen gleich wieder trocken ist. D'Urville[1]) bespricht eigentümliche Terrainbildungen des Torfbodens, die darin bestehen, dass derselbe an den Rändern auf eine regelmässige

[1]) Dumont-D'Urville, französischer Weltumsegler, 1790 bis 1842. Sein Schiff „La Coquille" weilte vom 18. Nov. bis 18. Dez. 1822 in der „Immense baie de la Soledad," worunter der Berkeley-Sund zu verstehen ist.

Weise abgeschnitten ist, was in der Ferne den täuschenden Schein einer Mauer gewährt.

Diese mit Wasser vollgesogene und daher ausserordentlich schwammige vegetabilische Bodenschicht übernimmt nach der Annahme Wyv. Thomsons den Transport der durch die mechanische Verwitterung abgesprengten Felsentrümmer. Ihn näher zu erklären ist die wichtige Aufgabe des folgenden Teils. Um uns mit der Natur solcher Vorgänge bekannt zu machen müssen wir beginnen mit der

Theorie der Bodenbewegungen.

Literatur.

Die Theorie von den Bodenbewegungen lässt sich zurückverfolgen bis über die Mitte des verflossenen Jahrhunderts hinaus. Sie hat ihre Anhänger unter den Geologen aller Länder und fusst auf Beobachtungen, die man im Gebiete der gemässigten Zone allerorten gemacht hat. Blanckenhorn, der unermüdliche und glückliche Verfechter dieser Theorie in Bayern, macht in seiner Schrift „Über die Theorie der Bewegungen des Erdbodens“[1] eine Reihe von Forschern namhaft, die ihre Beobachtungen über solche Vorgänge veröffentlicht haben. Ebenso gibt uns Fuchs in seiner Schrift „Über eigentümliche Störungen in den Tertiärbildungen des Wiener Beckens und eine selbständige Bewegung loser Terrainmassen“[2] und Lorié in seiner Arbeit „Contributions à la Géologie des Pays-Bas“[3] Autoren bekannt, die sich mit dieser Frage beschäftigt haben. Die Untersuchungen über das Problem sind freilich nicht abgeschlossen, sondern noch in vollem Flusse. Allein trotz des Widerstreites der Meinungen hat die wissenschaftliche Forschung doch zu Resultaten geführt, deren Richtigkeit kaum mehr angezweifelt werden kann.

Begriff der Bodenbewegungen.

Unter den „Bodenbewegungen“ sind hier nur solche zu verstehen, die langsam vor sich gehen. Bergstürze gehören daher nicht zu dieser Kategorie von Erscheinungen, wohl

[1]) Zeitschrift der geologischen Gesellschaft, 48, 1896, S. 382—407.

[2]) Jahrbuch der K. K. Reichsanstalt 1872, 22. Bd., 3. H., S. 309 bis S. 330 und 2 Tafeln.

[3]) Archives du Musée Teyler, Serie II, Vol. III P. 70—76.

aber können ihnen Bergschlipfe nach Umständen zugerechnet werden. Gerade wegen der ausserordentlichen, oft säkularen Langsamkeit, mit der sich diese Terrainveränderungen vollziehen, sind sie für das Auge des Beobachters nicht bemerkbar und verraten sich nur durch gewisse Folgeerscheinungen. Die Bewegungen finden gewöhnlich auch nicht kontinuierlich statt, sondern zeichnen sich durch ihre Periodizität aus, indem sie manchmal gänzlich ins Stocken geraten, zuweilen aber infolge günstiger Umstände wieder beschleunigt werden.

Pseudoglaziale Erscheinungen.[1])

Man hat bisher dem sog. „Geschiebe- oder Blocklehm", d. h. in Ton und Lehm verpackten Felsstücken, ausschliesslich glazialen Ursprung zugeschrieben und ihn als Moräne gedeutet. Daran hält man vielfach bis heute fest, auch wenn die Blöcke, wie das bei den Stone Rivers der Fall ist, von Lehm und Sand entblösst sind. Durch eiszeitliche Gewässer und starke Regengüsse soll in diesem Falle der Geschiebelehm in einen Brei umgewandelt worden sein, der schliesslich seitwärts ausquoll. Ebenso führt man leichtere Dislokationen des Bodens wie das Umbiegen und Ausziehen von Schichtköpfen, ferner Stauchungen und Falten auf den Druck eines Gletschermantels oder eines strandenden Eisberges zurück. Dennoch steht jetzt für viele Forscher fest, dass derartige Erscheinungen ebensogut durch den Druck langsam gleitender Erdmassen hervorgerufen werden konnten. Besonders Penck weist auf die Möglichkeit nichtglazialer Entstehung derartiger Erscheinungen und namentlich der Blocklehme hin.[2]) Man fasst alle diese irrtümlich auf Gletscherwirkungen zurückgeführten Vorkommnisse unter dem Namen „Pseudoglaziale Erscheinungen" zusammen. Dass man in der Anwendung der Glazialtheorie zu weit gegangen ist, darüber herrscht in weiten Kreisen von Geophysikern kein Zweifel mehr. Man war gewöhnt, eine Unmasse terrestrischer Erscheinungen den Gletschern zuzurechnen. Es ist ja in ihnen eine in die Augen springende mächtige Kraft tätig, die vor Zeiten noch viel

[1]) Vgl. hiemit das Kapitel: Fehlen von Kennzeichen einer früheren Vergletscherung, S. 39 ff.

[2]) Pseudoglaziale Erscheinungen. (Das Ausland, 57, 1884, 2. Bd., S. 644.) Vgl. auch S. 641.)

stärker und allgemeiner gewirkt hat. Aber gegenüber der Geneigtheit, auch da die beliebte glaziale Erklärung anzuwenden, wo eine frühere Vergletscherung höchst zweifelhaft ist und Spuren derselben kaum aufgefunden werden können, haben sich diejenigen Forscher ein Verdienst erworben, welche in solchen Fällen die Möglichkeit anderer wenn auch bescheidener Ursachen erwogen haben. Die neue Theorie von den „Erdgletschern" hat so der alten von den „Eisgletschern" bereits viel Boden abgewonnen. Natürlich wird letztere dadurch nie verdrängt oder in ihrer grossen Bedeutung, die ihr für alle Zeiten gesichert ist, geschmälert werden. Wenn jedoch alle z. B. in Süddeutschland beobachteten grundmoränenartigen Ablagerungen echt glazial wären, würden Jura, Spessart, Odenwald, Frankenwald, Thüringerwald und Haardt lokale Gletscher getragen haben. Dagegen wendet sich entschieden Penck, dem sich eine Reihe anderer Forscher anschliesst.

1. Massenumlagerungen in oberflächlichen Erdschichten.

Die moränenartige Beschaffenheit der obersten Bodenschicht und die oft anzutreffende innige Vermengung des Untergrundes mit fremden Ingredienzien kann auf verschiedene Weise bewirkt werden.

Die bei der Bildung moränenartigen Bodens in Betracht kommenden Agentien.

Leichtere Bodenteilchen gelangen durch den Wind und das rinnende Regenwasser häufig auf einen petrographisch anders gearteten Boden.[1]) Der Regen schwemmt sie dann durch Risse, die der Frost oder grosse Trockenheit geöffnet haben, tiefer in das Erdreich hinein. So geraten z. B. Tonpartikelchen zwischen den Sand. Über die Wühlarbeit der Würmer hat Darwin[2]) eine eigene Abhandlung geschrieben. Auch die in die Tiefe dringenden Baumwurzeln[3]) lockern

[1]) O. Fisher, On the Warp (of Mr. Trimmer) — its Age and probable Connexion with the Last Geological Events. (The quarterly Journal of the geol. soc. of Lond. XXII, Part 4, 1866. P. 553—565.)

[2]) Ch. Darwin: The formation of vegetable mould through the action of worms. Lond. 1881. Deutsch von Carus. Stuttg. 1882.

[3]) H. Thürach: Über einige wahrscheinlich glaziale Erscheinungen im nördlichen Bayern (Zeitschrift der geol. Gesellschaft, 48, 1896, S. 679).

den Boden und können, wenn sie bei ziemlich horizontalem Verlaufe immer mehr in die Dicke wachsen, Aufbiegungen und Zertrümmerungen der oberen festen Gesteinsbänke hervorbringen. Besonders vermag der Prozess des Gefrierens und Wiederauftauens eine Umlagerung in Oberflächenschichten, die sich mit Wasser vollgesogen haben, zustande zu bringen. Daher der Schmutz auf Weg und Flur, wenn die Winterkälte gewichen ist. Bei Eintritt des Frostes, der eine Zunahme um $^1/_{10}$ des Wasserquantums bedingt, schieben sich die Schuttfragmente auseinander. Die Ausdehnung erfolgt naturgemäss nach der Seite des geringsten Widerstandes, also nach oben oder dem Tale zu. Die nach abwärts gerückten Steine behalten beim Auftauen ihre tiefere Lage bei, die nach oben geschobenen sinken in der Regel wieder zurück. Gefriert das Wasser in geröllführendem Lehm,[1]) so wird dieser nach oben gepresst, die Steine aber, die er einschliesst, gelangen hiedurch in ein tieferes Niveau, weil nun mehr Lehm über ihnen ist als früher. Der Frost erweitert auch die Taschen, in denen sie liegen, und wenn das Eis schmilzt, verschieben sie sich wieder etwas nach unten. So erklärt sich das häufig beobachtete Auftreten eines Gesteinslagers an der Basis lockerer Schichten über dem petrographisch abweichenden felsigen Untergrund. In der wärmeren Jahreszeit, in der der Boden nicht gefriert, und in Gegenden, wo die Temperatur unter den Gefrierpunkt nicht bedeutend herabsinkt, kann eine durch starke Regengüsse veranlasste ausgiebige Durchfeuchtung einen ähnlichen Vorgang einleiten. Denn sie hat eine Ausdehnung der durchtränkten Schicht zur Folge, wobei schwerere Gesteinsmaterialien etwas tiefer einsinken. Die Feuchtigkeit vermindert nämlich die Reibung der Steine an den Sandkörnern, ja durchnässte Tone und Mergel werden zu einer geschmeidigen Masse, die das Einsinken der schweren Blöcke leicht gestattet. Die mit Eintritt trockenen Wetters erfolgende Zusammenziehung des Bodens vermag die vorausgegangene Bewegung der Blöcke nicht mehr ganz auszugleichen.

[1]) O. Fisher, a. a. O.

Die Bodenschichten, in denen die obenbeschriebenen Vorgänge stattgefunden haben, sind verschiedentlich benannt worden. Am gebräuchlichsten ist die durch Trimmer[1]) aufgekommene Bezeichnung „Warp", während unter „Trail" diejenigen fremden Gesteinselemente zu verstehen sind, welche man häufig in Gruben und Einfaltungen des Untergrundes findet. Der Warp.

Die Blöcke im Warp sind bald eckig oder nur kantengerundet, bald auch gerollt. In letzterem Falle sind ehemalige Geschiebemassen von der Bewegung ergriffen worden. Bei den eckigen Blöcken wird fast immer eine aufrechte Stellung beobachtet. Der langsam einsinkende Stein stellt sich auf seine schmalste Fläche; so findet er, wenn er der Schwerkraft folgen will, auf seiten der ihn umgebenden lockeren oder weichen Massen den geringsten Widerstand. Ausserdem bedingt die nach Umständen eintretende Aufwärtsbewegung des sich ausdehnenden Tones oder Sandes die vertikale Lage, obwohl sie dem Gesetze der Schwere widerspricht.

Die Entstehung des Warp wird vorzüglich ins Diluvium verlegt, als die Frostwirkungen in grössere Tiefen hinabreichten als in der Gegenwart. Er befindet sich nach Fisher stets unter, niemals über dem Alluvium. Nach unserer Vermutung könnte wohl auch antediluvialer Schutt einen Bestandteil des Warp bilden.

Die Grenzlinie zwischen dem Warp und dem Untergrund zeigt eine unregelmässige Wellenform. Häufig umschliessen zungenförmige Auszackungen des letzteren tiefere Teile des Warp. Die Deutung dieser Unregelmässigkeiten bereitet der wissenschaftlichen Forschung grosse Schwierig-

---

[1]) J. Trimmer, On the Cliffs of Northern Drift on the Coast of Norfolk, between Weybourne and Happesburgh, 1845 (Quart. Journ. Soc. I, p. 219).

Ebenso: Generalisations respecting the erratic tertiaries or nothern drift, founded on the maping of the superfizial desposits of a large position of Norfolk, with a description of the Gaytonthorpe — valley and a note on the contorted strata of Cromer Cliffs (Quart. Journ. Geol. Soc. VII, pag. 19).

keiten. Fisher sieht sie (im Widerspruch mit Blanckenhorn)[1]) für Folgen unterirdischer Erosion an, deren Tätigkeit durch das Nachgeben der darüber liegenden Schichten wieder aufgehoben wurde. Fuchs[2]) erklärt die Vertiefungen als Reste von Faltungen oder als frühere Regenrisse, die durch Emporpressen und Seitendruck sich wieder geschlossen haben. Bettinghaus[3]) deutet die in der Lehmgrube bei Sieglitzhof (in der Gegend von Erlangen) eingesenkten Zapfen von rotem Sand als geologische Orgeln. Ursprüngliche Klüfte sind durch eindringendes Oberflächenwasser erweitert und in der Folge durch von oben nachstürzenden Sand ausgefüllt worden. Auch Penck[4]) ist die Tatsache bekannt, dass Verwitterungslehme mehr oder weniger regelmässig sackförmig in ihr Liegendes eingreifen. Eine beachtenswerte Auffassung begründet Van den Broeck[5]) über die Ursache der beschriebenen Störungen sowohl als über die Bildung warpähnlicher Schichten überhaupt.

Anteil der chemischen Verwitterung an warpähnlichen Bildungen.

Dieser Forscher ist bei seinen Untersuchungen im belgischen Tertiärbecken zu dem Ergebnis gekommen, daß die Veränderungen im Aussehen und in der Beschaffenheit der Oberflächenablagerungen durch die chemischen Wirkungen der eingedrungenen sauer- und kohlenstoffhaltigen meteorischen Gewässer zustande gekommen sind. Er zeigt in Wort und Bild, wie durch das Auflösen und Wegführen kalkiger Bestandteile des Bodens ein Zusammenbrechen fester Bänke erfolgen muss und wie Teile der letzteren durch die chemische Zersetzung schliesslich mürbe werden, so dass man sie mit dem Finger zerreiben kann. Infolge der ungleichen Durchlässigkeit der verschiedenen Stellen der Ablagerung

[1]) Zeitschrift der geologischen Gesellschaft, 48, 1896, S. 382—407.

[2]) Jahrbuch der K. K. Reichsanstalt 1872, 22. Bd, 3. H., S. 309 bis 330 und 2 Tafeln.

[3]) Geogn. Beschr. des Ratsberger Höhenzuges (Sitzungsbericht der Phys.-med. Sozietät in Erlangen, 28. Heft, 1896, S. 12—61).

[4]) Albr. Penck, Das Ausland, 1884, a. a. O., S. 645.

[5]) Mémoire sur les Phénomènes D'Altération des Dépots Superficiels par L'Infiltration des Eaux météoriques (Mémoires couronnées par l'Academie royale de Belgique 44, 1882, 180 Seiten).

ist die Grenzlinie zwischen dem alterierten und nicht alterierten Teil wellenförmig, ja es kommt zu gruben- und sackförmigen Vertiefungen im Liegenden. Van den Broeck hält es für einen Irrtum, wenn bei derartigen stratigraphischen Verhältnissen zwei an Ursprung und Alter verschiedene Ablagerungen angenommen werden. Er wendet sich bei Besprechung eines Aufschlusses, wo Teile der nicht alterierten Partie vollständig abgeschnitten und unversehrt im alterierten Terrain sich befinden, gegen die von Belgrand in seinem Buche „Seine" auf diesen Fall angewendete Erklärung durch einen Quartärterraintransport.

Es ist nicht zu leugnen, dass die Erklärung Van den Broecks in der Tat für viele Alterationserscheinungen als zutreffend erachtet werden muss. Aber nicht aufgehellt wird dadurch die Herkunft der fremden Gesteinselemente im Warp und das Vorkommen von Gerölle an seiner Basis, Tatsachen, auf die der Autor selbst hinweist, ohne jedoch dafür eine andere Erklärung zu geben als die, dass eine Ablagerung selten in ihrer ganzen Masse homogen ist. Wir dürfen also, wie auch Thürach[1]) bemerkt, die von Van den Broeck geschilderten Verwitterungsformen nicht mit den durch Druck veranlassten mechanischen Veränderungen der Bodenschichten verwechseln.

2. Massenbewegungen und Massentransporte.

Die beschriebenen Bewegungen gehen nicht nur senkrecht nach unten vor sich, sondern sind meist zugleich auch talwärts gerichtet[2]) (vgl. S. 62). „In Gebieten mit grossen Temperaturgegensätzen, mit häufigem Frost und reichlichen

[1]) H. Thürach, a. a. O.

[2]) Can. Mosely und Charl. Davison (The quart. Journ. of the geol. Soc. of Lond. 1888, Vol. XLIV, Part 1, S. 232–239: Note on the Movement of Scree-Material. By Charles Davison. Ebenso Vol. XLIV, Part 3, S. 825–827: Second Note on the Mov. etc.) haben eine sehr langsame Wanderung der Steine an sanften Abhängen beobachtet, deren Ursache häufiger Temperaturwechsel ist. Beim Erwärmen dehnen sich die Steine mehr nach unten als noch oben aus, und beim Abkühlen ziehen sie sich mehr abwärts als aufwärts zurück.

Niederschlägen“ (Penck, Morph. d. E. I, S. 221) greift die Bewegung auf ganze Oberflächenschichten über, die mit all dem, was sich zufällig darauf befindet, also mit Steinblöcken, Bäumen und Hütten, in ein langsames Gleiten geraten. So entstehen die „Massentransporte“, wie Penck solche selbständige Bewegungen des Bodens genannt hat.

Weitere Ursachen von Bodenbewegungen, Bewegungsart, ungleiche Anhäufung des Warp.

Ausser den Wirkungen des Frostes und der Durchfeuchtung kann eine jede Störung des Gleichgewichts in Erdmassen eine Gehängerutschung veranlassen. Lokaler Böschungsdruck infolge der Steilheit der Gehänge, künstliche Bodeneinschnitte bei Eisenbahnbauten und durch den Steinbruchbetrieb zählen zu solchen Ursachen. Auch die Erosion, ferner Verwerfungen und endlich Auslaugungen löslicher Massen unter der Oberfläche erzeugen eine Veränderung der natürlichen Böschung und vermögen mithin Terrainbewegungen herbeizuführen, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist.

Der Abrutsch beginnt gewöhnlich mit einer Faltung der Schichten und ist bald dem Fliessen eines Schlammstromes, bald dem Vorrücken eines Gletschers vergleichbar. Die Tiefe der labilen Zone schwankt bis zum Betrage von 9 m[1]). Wie in den Flüssen ist die Bewegung gegen die Oberfläche stärker als in der Tiefe. Weil also die oberen Teile des Erdreiches sich rascher bewegen als die tieferen, neigt sich die Spitze eines auf wanderndem Terrain befindlichen Baumes dem Tale zu.

Die Bewegung entfernt den Warp am leichtesten an den Flanken der Berge; darum ist er hier am dünnsten. Eine viel grössere Dicke besitzt er dagegen oben auf dem Tafellande und am Fusse der Gehänge. Die überraschende Anhäufung von Humus in den Talsohlen ist durch Transport entstanden.

Richtung der Bodenbewegungen

Diese Gemengablagerungen folgen stets dem Abfalle des Terrains, in welcher Richtung also auch die Bewegung vor sich ging — ein Umstand, der am allergewichtigsten

[1]) The american Journal of Science 121, 1881. On the Action of Frost in the arrangement of superficial earthy material; by W. C. Kerr. S. 345—348.

gegen die glaziale Erklärung spricht. Denn wenn alpine Gletscher auch wirklich bis zum Wiener Becken herabgestiegen wären, was nach Theod. Fuchs nicht der Fall ist, dann müssten die Massenbewegungen in nördlicher Richtung erfolgt und also unter sich parallel sein; ebenso müssten sie in Holland, bei glazialem Ursprung, die südwestliche Richtung einhalten, da der skandinavische Gletscher von Nordosten her gekommen ist. Dennoch folgt stets ohne Ausnahme das verschobene Terrain der Neigung der Abhänge, es steht jederzeit im Zusammenhang mit der jetzigen Konfiguration des Landes, die natürlich im grossen und ganzen schon im Diluvium vorhanden war.

Abrutsch fester Gesteinsbänke auf durchweichten Schichten und umgekehrt.

Eine plastische Schicht aus undurchlässigen Mergeln, Tonen und tonhaltigen Gesteinen ist höchst geeignet, ein Gleiten der auflagernden Gesteinsmassen zu ermöglichen[1]). Ein solcher schlüpfriger Untergrund bildet eine ausgezeichnete Rutschfläche, da der nasse Ton zugleich ein gutes Schmiermittel abgibt. Besteht die Decke aus Schuttfragmenten, so werden sie mit Leichtigkeit dabei eingefaltet und erscheinen als Linsen, Schmitzen und Bänder in der Tiefe ähnlich wie beim Gletscher Bestandteile einer Obermoräne zur Grundmoräne werden können. Festere Gesteinsbänke im Hangenden erhalten, wenn ihre Unterlage nachgiebig wird, Risse und Sprünge, und schliesslich wird der Zusammenhang ganz aufgehoben. Die Zerklüftung der Decke erleichtert natürlich den Zutritt der Tagewässer zum weichen Liegenden und begünstigt die Wanderung der zerrissenen obersten Schichten. Zunächst bewegen sich nur einzelne Teile abwärts, schliesslich aber kommt die ganze Masse ins Gleiten, was dann eintritt, wenn auch solche Komplexe mit in die Bewegung gerissen werden, die derselben bis jetzt noch wegen ungenügender Durchfeuchtung ihrer Unterlage, zu geringer Neigung des Terrains oder sonstiger im Schichtenbau liegender Hindernisse widerstanden haben.

Statt einer langsamen Abwärtsbewegung können jedoch bei besonders hochgradiger Durchfeuchtung die aufliegenden

[1]) Vgl. Penck, Morphologie der Erdoberfl. I. Bd., 1894, S. 225 und 226.

Quader fast senkrecht einsinken (vgl. S. 62, 70 und 77), während die weiche Masse emporgepresst wird, oder letztere wird durch den Druck der auflastenden Gesteine ausgequetscht, wodurch ein Schlammstrom entsteht, oder es tritt bei starker Neigung der glitschigen Unterlage ein Bergschlipf ein. Brückner[1]) führt den im Jahre 1806, Baltzer[2]) den im Jahre 1874 am Rossberg bei Goldau im Kanton Schwyz erfolgten Bergschlipf auf diese Ursache zurück.

Andererseits können auch, wie der zuletzt genannte Geologe ausführt, reichlich durchtränkte Massen infolge ihres erhöhten Gewichtes auf fester Unterlage abwärts gleiten, und zwar kann das Sammelgebiet vom Abrutschgebiet ziemlich weit entfernt liegen.

Diluviale Schottermassen im Warp.

Sehr häufig trifft man in den moränenartigen Ablagerungen den Warp mit diluvialem Schotter vergesellschaftet. In vielen Gegenden war die Kälte nicht derart, dass es zu einer Vergletscherung kommen konnte. Dafür aber lagerte eine permanente Schneedecke auf dem Boden.[3]) Deren Schmelzwasser durchtränkten besonders am Schlusse der Eiszeit den Boden, was unter günstigen Umständen eine Bewegung desselben zur Folge hatte. An der Talsohle vermengte sich der Warp mit den Geschiebemassen, welche die Hochfluten der Eiszeit mit sich führten. Die schweren Blöcke blieben liegen und wurden mit Sand und Kies überdeckt. Übrigens möchten wir bei der Bildung der besprochenen Gemengeablagerungen glaziale Mitwirkung nicht von vornherein in Abrede stellen, wo einstige Gletscherbedeckung nicht ausgeschlossen ist. Beim Auflösen der Gletscher musste der Untergrund ungemein durchfeuchtet werden. Blockmaterial hinterliessen die Gletscher genug. Die ganze Masse geriet ins Gleiten, und die Gletscherbewegung wurde

---

[1]) Die feste Erdrinde und ihre Formen, 1897, S. 196.

[2]) A. Baltzer, Über einen neuerlichen Felssturz am Rossberg, nebst einigen allgemeinen Bemerkungen über derartige Erscheinungen in den Alpen (Leonhard, Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1875, S. 15—27).

[3]) Vgl. die bereits zitierten Schriften Blanckenhorns und Loriés!

durch die Erdbewegung abgelöst. In diesem Falle ist also der Warp nichts anderes als umgewandelte Grundmoräne.

Der Warp — alte Meereshalden.

Die Bildungen treten aber nicht bloss in Ablagerungen der Eiszeit auf, sondern in allen, die nur eine hinlängliche Beweglichkeit ihrer Bestandteile besitzen (Theod. Fuchs). Mallet[1]) und besonders Fuchs weisen mit Nachdruck darauf hin, dass sich in allen geologischen Perioden an den Meeresrändern Schutthalden bildeten, die, wenn sie trocken gelegt waren, die oben beschriebenen Erscheinungen darboten. Unter Wasser muss bei der Durchtränkung des Ganzen die Umlagerung der Schuttmaterialien und die Abwärtsbewegung bedeutend gefördert worden sein (Lorié). So erklärt sich auch die gleichmässige Verbreitung und Ausstreuung der Schuttfragmente über weitere Entfernungen. Im Wiener Tertiärbecken z. B. findet man weit verbreitete Lagen von grossen Blöcken Wiener-Sandstein mitten im zarten blauen Tegel (Theod. Fuchs).[2])

Neigungswinkel bei Bodenbewegungen

Besonders hervorgehoben werden muss die Tatsache, dass diese selbständigen Bewegungen des Bodens keines grossen Oberflächenneigungswinkels bedürfen. Die Anschauung von Theod. Fuchs, dass die Gravitation die alleinige Ursache der Massenbewegungen bildet, ist bestreitbar. Bewegungen bei einem Neigungswinkel von $2-3^0$ und sogar in horizontaler Richtung, ja selbst über Hindernisse hinweg, sind nachgewiesen. Und doch hört nach Reyer[3]) die Schwerkraft unter 25^0, bei wasserdurchsättigtem Lehm unter 17^0 Neigung zu wirken auf, so dass eine Verschiebung dann nicht mehr stattfinden kann. Die Bewegung des „Erdgletschers" geht eben häufig in ähnlicher Weise vor sich, wie die des wirklichen Gletschers (Kerr) — durch

[1]) Rob. Mallet, Some remarks upon the movements of post-tertiary and other discontinous masses (Journ. of the Geol. Soc. of Dublin, Vol. V, pag. 121).

[2]) Abgesehen von solchen selbständigen Bewegungen in Meerhalden, bringt, wie Ed. Brückner (a. a. O., S. 289) hervorhebt, die ständige Bewegung des Wassers in der Flachsee eine überaus gleichmässige Verteilung der terrigenen Sedimente zustande.

[3]) Theoretische Geologie, Wien 1888.

Ausdehnen und Zusammenziehen der Teile infolge abwechselnden Gefrierens und Wiederauftauens (Regelation). Der gewaltige Druck schiebt also, wenn das Gelände einmal in Bewegung ist, dasselbe streckenweise in horizontaler Richtung weiter oder über eine kleine Anhöhe hinweg, indem es am Anfang geschoben, am Ende von der ganzen Masse gezogen wird.

Verflachung und abnorme Lagerungsverhältnisse als Folgen solcher Bodenbewegungen.

Diese Bodenschübe verflachen die Schutthalden, wie Penck[1]) und Fuchs[2]) hervorheben, und bilden so einen beachtenswerten morphologischen Faktor. Eine weitere Folge der Terrainbewegungen ist die Verschiedenartigkeit von Schichten an nahe bei einander gelegenen Punkten. Die Lagerungsverhältnisse werden scheinbar umgekehrt, indem ältere Schichten auf jüngere zu liegen kommen, wenn das Ausgehende der aus der Tiefe aufsteigenden Schichten in Schollen abgerutscht ist und über tiefere Horizonte sich ausgebreitet hat. Hierauf machen besonders Fuchs[3]) und Branco[4]) aufmerksam. So ist am Ratsberg bei Spardorf (Erlangen) der Rhätsandstein über Zanclodonletten abgerutscht[5]), wodurch die Grenzlinie zwischen dem oberen und mittleren Keuper verwischt wurde.

Druckwirkungen gleitender Terrainmassen.

Es erübrigt noch auf das Verhalten der unter den langsam gleitenden Massen liegenden Schichten einzugehen. Der Faltungen und Stauchungen wurde schon Erwähnung getan (S. 60). Sie werden wohl in der Mehrzahl Folgen des Druckes der gleitenden Schuttmassen sein. Manchmal wurden sie auch hervorgerufen durch den Druck einsinkender Blöcke.[6]) Falten im verschobenen Terrain selbst stammen

[1]) Morphologie d. Erdoberfl., I. T., 1894, S. 221 und S. 222.

[2]) a. a. O. Wenn freilich der Autor die Wirkungen des rinnenden Regenwassers auf die Abflachung des Landes ganz in Abrede stellt (S. 326), wird man ihm nicht beipflichten können.

[3]) Theodor Fuchs, a. a. O. Derselbe Autor: Über den sogenannten Leithakalk von Mölersdorf (Verh. d. K. K. Geol. Reichsanstalt, 1871, S. 330, 331).

[4]) W. Branco und E. Fraas, Das vulkanische Ries etc.

[5]) Zeitschrift der geol. Gesellschaft, 48, 1896, S. 382—407.

[6]) Blanckenhorn, Das Diluvium der Umgegend von Erlangen (Sitzungsbericht der pkys.-med. Sozietät in Erlangen, 27. Heft, 1895).

möglicherweise von Schichten, die über den Anfang der Bewegung nicht hinauskamen (s. S. 66) oder die in ihrer Wanderung durch ein festsitzendes Hinderniss aufgehalten und gestaut wurden. Stark durchfeuchtete Lettenschichten, die aber beim Abwärtsgleiten den Zusammenhang nicht ganz verloren, müssen gleichfalls ähnliche Störungen aufweisen (Blanckenhorn). Kayser[1]) gibt die Möglichkeit der Entstehung von Stauchungen und Fältelungen durch innere Verschiebungen zu, die unter dem Einfluss der Schwerkraft in lockerem Gesteinsmaterial leicht entstehen könnten.[2]) Der Bewegungsvorgang führt auch zu einer innigen Vermengung des Hangenden und Liegenden, die einen fast chaotischen Zustand hervorzurufen vermag. Festes Gestein zeigt natürlich diese Spuren des durch die Bewegung der gleitenden Erdmassen verursachten Druckes nicht. Aber bei steilgestellten Schiefern kommt es sehr häufig vor, dass ihre Schichtköpfe, durch eindringende Tagewässer erweicht und schwer geworden, umgebogen und eingeknickt oder auch langgezogen und gefalzt sind auf eine Entfernung von einigen Metern. Durch das Gewicht der eigenen Schwere suchten die feuchten Massen nach niederen Stellen zu gleiten, umsomehr, wenn eine Schutt- oder starke Schneedecke auf ihnen lastete.[3])

[1]) Lehrbuch d. Geol., 1, 1893, S. 211.

[2]) Die Faltung kommt wohl durch den Fluss der langsam gleitenden Massen, besonders durch die ungleiche Bewegung der einzelnen Teile des rutschenden Erdmantels zustande. Man hat auch bei Grundlawinen beobachtet, dass sie gleich einem breiten herabsinkenden Tuche sich fältelten. Wir scheinen uns da etwas der Anschauung Reyers, der die Mehrzahl der Falten überhaupt als Gleitphänomen aufgefasst wissen will, zu nähern, ohne uns aber mit seiner Theorie von der Entstehung der Gebirgsfalten einverstanden erklären zu können.

[3]) Blanckenhorn, Die Trias am Nordrande der Eifel etc. (Abh. zur geol. Spezialkarte von Preussen, 6. B., 2. H., 1885, S. 99) und E. Dieffenbach, Vorschule der Geol., 1853, S. 26. Eine etwas modifizierte Erklärung gibt Liebe (Übersicht über den Schichtenaufbau Ostthüringens. Abh. zur geol. Spezialkarte von Preussen, 5. B., 4. H., 1884, S. 51 ff) für die Knickungen in den älteren paläozoischen Schiefern Ostthüringens. Er führt ihre Entstehung zurück auf das Zusammensinken der durchfeuchteten Gesteine, die durch die atmosphärischen Gewässer gewisser Bestandteile beraubt wurden.

Rutschungen haben ebenso durch ihren Druck das Umbiegen der Schichtköpfe bewirkt. Bei spröder Beschaffenheit der Unterlage vollzog sich ein Bruch und die Stücke wurden dann mit abwärts geschleift, gleich dem Schuttmaterial, das im Grundeis eines Gletschers verpackt ist.[1]) Die knieförmigen Umbiegungen sind in geologischen Handbüchern als „Hakenwerfen" bezeichnet und werden auch dort nicht als Gletscherwirkungen, sondern durch Massenbewegungen erklärt. Lorié nennt sie „Queues" und behandelt sie in eingehender Darstellung, die durch gute Zeichnungen illustriert ist. Fig. 8 veranschaulicht diese eigenartigen Bildungen.

3. Beispiele von Bodenbewegungen.

Nachdem wir im vorausgehenden die herrschenden Anschauungen über die Bodenbewegungen zusammengetragen haben, mögen im folgenden bestimmte einschlägige Vorkommnisse genannt werden.

Blanckenhorn hat in Monographien die geologischen Verhältnisse der Ziegeleigrube bei Spardorf, der oberen Ziegeleigrube von Langenzenn,[2]) des Aufschlusses bei Michelstadt im Tal der Mümling im Odenwald und bei Klingenmünster in der Rheinpfalz am Ostfusse des Haardtgebirges dargelegt. Dabei ist er als nachdrücklicher Verfechter der Theorie der Bewegungen des Erdbodens auf den Widerspruch von Thürach und Klemm gestossen, die einer glazialen Erklärung zuneigen.

Obere Lehmgrube bei Langenzenn.

Von den genannten Örtlichkeiten haben wir selbst die obere Lehmgrube am Bahnhof von Langenzenn besichtigt (am 14. Juli 1897). Der Besitzer hatte die Freundlichkeit, uns die Grube zu zeigen und mehrere markante Verwerfungen durch die Hacke entblössen zu lassen. Recht gut konnten

[1]) Vgl. Hunt, The Decay of Rocks (The Am. Journ. of Science, 126, 1883, S. 190 ff): „Bei Gletschern gefriert die ganze Masse von sich zersetzenden und und wassergesättigten Felsen und wird gleichsam in den Gletscher eingeschlossen, teilnehmend an seinen Bewegungen und so eine Grundmoräne bildend."

[2]) M. Blanckenhorn, Theorie der Bewegungen des Erdbodens (Zeitschrift der geol. Ges., 48, 1896, S. 382—407).

wir die Taschen sehen, in denen die Blöcke lagen. Auf der Südseite war im Lehm, etwa 1 m unterhalb der Oberfläche, ein grösserer Block eingeschlossen, der nicht aufgerichtet war, sondern auf seiner breiten Fläche lag. Besonders die Stelle, „wo nicht nur die Keuperschichten plötzlich umgebogen sind in der Tiefe von 2—3 m, sondern auch die Verwerfungsfläche" (Blanckenhorn), nahmen wir genau in Augenschein. Unsere unmassgebliche Meinung über die Bildung dieser Erscheinungen ist die, dass zuerst die Verwerfung erfolgte, welche dann den Terrainschub mit seinen Faltungen und Stauchungen zur Folge hatte. Dass Verwerfungen solche Vorgänge einleiten können, betont auch Th. Fuchs[1]) bei Betrachtung eines Vorkommnisses aus dem Kanal der Wiener Wasserleitung bei Baden oberhalb der Albrechtstrasse.[2]) Um eine Vorstellung von den moränenartigen Ansammlungen und den Erscheinungen des Untergrundes im allgemeinen und der Beschaffenheit der Lehmgrube im besonderen zu geben, haben wir im Anhang das Profil D Fig. 3 in Thürachs Abhandlung nachgezeichnet (s. Fig. 9).

Ein Terrainrutsch bei Bamberg.

Ein anderes von uns beobachtetes und in der Fachliteratur noch nicht besprochenes Vorkommnis ist die Abrutschung der Wildensorger Strasse auf der Altenburger Höhe bei Bamberg. Wir lassen hier eine authentische Beschreibung und Erklärung, die der frühere Bamberger Stadtbaurat Dr. Erlwein aus den Akten des Stadtbauamtes für uns zusammenstellen liess, wörtlich folgen:

„Die Abrutschung der Wildensorger Strasse wurde hervorgerufen durch Entnahme von Sandsteinen aus dem über der Strasse gelegenen Gelände, welche Fläche sowohl ihr Wasser als wie jene vom Rothof (auf dem Höhenkamm gelegen) ablaufenden Regenwasser auf der wasserhaltenden Lettenschicht, welche ziemlich steil abfällt, dem vorlagernden

---

[1]) Über eigentümliche Störungen . . . a. a. O. S. 316, No. 12 (Tafel XV, Fig. 23).

[2]) Vgl. auch H. Pröscholdt, Über eine Diluvialablagerung bei Themar im Werratal (Jahrb. der K. Preuss. geol. Landesanstalt und Bergak., 1886 (Berlin 1887) S. 170 ff).

Lehm und roten Keuper zuführt, so dass letztgenannte Massen, auf ca. $4^1/_2$ m Tiefe, gemessen an der ehemaligen Strassenachse, in Bewegung sind. Eine Quelle, welcher man ursprünglich, als deren Wasser nachzulassen begann, die Veranlassung der Rutschung zuschrieb und die unter äusserst ungünstigen Verhältnissen in den Strassengraben drainiert wurde, hat im Verein mit der defekten Drainage das Übrige an der Erweiterung dieser Mur bewerkstelligt, sodass die Mur zur Zeit (April 1904) in einer ungefähren Breite von 70 m, in der Strassenrichtung gemessen, und in einer Länge von 200 m senkrecht zur Strasse auftritt."

Weitere Vorkommnisse in Bayern, ferner in Thüringen.

Derartige Rutschungen mögen in Bayern weitverbreitet sein, und es könnten, wie ich glaube, praktisch im Tiefbau tätige Ingenieure gewiss reichliches Material aufbringen.

Branco und Fraas erklären die Überlagerungen jüngerer Schichten durch ältere am westlichen Rande des Rieskessels durch Rutschungen auf durchfeuchteter toniger Unterlage von der Höhe des alten, durch einen Lakkolithen emporgetriebenen Riespfropfens auf die benachbarte Alb herab. Zwischen Neuburg, Monheim und Eichstätt kommen in grosser Menge quarzitische Sandsteine vor. Thürach[1]) ist geneigt, diese Anhäufungen für Reste alter Moränenwälle zu halten. Wir vermuten, die Blöcke haben schon ursprünglich den Tertiärschichten angehört, aus denen sie jetzt herausgewaschen sind. Wir haben da wahrscheinlich das Beispiel einer Meereshaldenbildung am Rande des Tertiärmeers.

Bornemann[2]) hat in der unteren Trias am Gefilde bei Eisenach, die hier aus vertikal gestellten Buntsandsteinen und Mergeln besteht, bei einer jetzt verschütteten Schürfung zum Zwecke der Herstellung eines Kellers eine Umbiegung der Schichten im oberen Teile wahrgenommen; die Sandsteine sind gebrochen, die Mergel in fast horizontale Schwänze ausgezogen. Die Ursache ist nach ihm in lokalen Gletschern zu suchen, an denen es in den Gebirgen Mitteldeutschlands

[1]) H. Thürach, Über einige wahrscheinlich glaziale Erscheinungen im nördlichen Bayern; a. a. O.

[2]) M. J. G Bornemann, Von Eisenach nach Thal und Wutha (Jahrb. der K. Preuss. geol. Landesanst. 1884).

im Quartär nicht gefehlt haben soll. Lorié hält diese Queues für pseudoglazial, während F. Regel[1]) sagt, die verschliffenen Schichtenköpfe, die Bornemann gefunden habe, seien nicht einmal pseudoglazial, sondern durch „Berg- oder Böschungsdruck" hervorgerufen.

Ausser-deutsche Vor-kommnisse.

In Italien finden in der Gegenwart selbständige Bewegungen des Bodens statt. Branco[2]) schildert das Abrutschen des ganzen Dorfes Vaglio im Apennin bei Modena, wo die Erdpartie täglich 4—5 m abwärts wanderte. Sehr anschaulich ist die Schilderung, die Reyer[3]) von den Bewegungen im tertiären Mergelland von Volterra gibt. Dieselben verrücken die Flurgrenzen so, dass sie in manchen Gegenden alle 10 bis 20 Jahre neu festgestellt werden müssen. Die Ursache vermutet Reyer in der Erosion, die umso tiefere Schrunden erzeugt habe, als der Höhenzug von Volterra in der jüngsten Zeit sich gehoben haben soll. Kerr[4]) beschreibt die Wirkungen einer langsamen Abwärtsbewegung der zersetzten Oberfläche auf Bergabhängen in Nordkarolina, deren Ursache das abwechselnde Gefrieren und Auftauen des darin sich befindenden Wassers ist.

Auch in wärmeren Ländern scheinen pseudoglaziale Vorgänge doch nicht ganz zu fehlen. In Nicaragua findet eine Bewegung des Mantels von zerfallenem Kristallgestein auf Hügelabhängen bei nassem Wetter statt. Bei Harth in Brasilien ist gleichfalls moränenartiges Material aufgehäuft. Belt[5]) schreibt es der Vergletscherung, Hunt[6]) einer Bodenbewegung zu. Koken[7]) glaubt in Indien echte Grundmoränen entdeckt zu haben. In einer zarten Grundmasse von Ton oder feinem Sand sind unregelmässig und schich-

---

[1]) F. Regel, Thüringen, I. T., 1892, S. 162.

[2]) Das vulkanische Ries etc. Fussnote S. 72/73.

[3]) Theoretische Geologie, Bewegliche Landstriche, S. 395—399.

[4]) W. C. Kerr, a. a. O.

[5]) Belt, Naturalist in Nicaragua, 1874 S. 94.

[6]) T. Sterry Hunt, The Decay of Rocks Geologically Considered (The Americ. Journ. of Science, 126, 1883, S. 190—214).

[7]) Prof. Kokens und des deutsch-indischen Geologen Nötlings Untersuchungen über die permische Eiszeit (Beilage zur Augsb. Postz., 1904, Nr. 38.)

tungslos fremde Gesteine eingebettet. Vermutlich liegt auch hier eine pseudoglaziale Erscheinung vor.

Gesteinstransport im Moor- und Torfboden.

Die über Bodenbewegungen wiedergegebenen Anschauungen wie die angeführten Beispiele liefern die Gesichtspunkte, wonach die Bewegung des „Soil-cap" oder des „Deckbodens" im Sinne Thomsons zu betrachten ist. Doch bildet dieser Vorgang einen speziellen Fall von Bodenbewegungen, insofern hier das Transportmittel ein schwammiger Vegetationsboden ist, welcher mit den eingeschlossenen Blöcken, der Neigung des Abhanges folgend, abrutscht.

Es ist klar, dass eine lockere oder gar schwammige Torfdecke bei entsprechender Dicke den Transport von Blöcken nicht minder auszuführen vermag wie Ton-, Lehm-, Mergel- und Sandboden. Auch wenn der Torfboden mit Vegetation bekleidet ist, braucht das kein wesentliches Hindernis für die Bewegung zu sein.

Moorströme.

Wie bei ausserordentlich starker Durchfeuchtung in tonigem und sandigem Boden Murgänge auftreten können, so haben auch oft schon besonders wasserreiche Moore in elementaren Ausflüssen grossartige Transporte bewirkt. Für gewöhnlich vermischt sich ja, wie der Telmatologe Klinge[1]) hervorhebt, der Torf nie in breiiger Form mit dem Wasser der Hochmoore. In dem grössten schwimmenden Moor der Welt, im Xarayessumpf in Mato grosso, findet keine Fortschwemmung von Detritus statt.[2]) Aber es kann auch der Fall eintreten, dass das Moor über seine Ufer emporwächst und sich endlich in der Mitte so gewölbt hat, dass es überquillt und als verheerender Schlammstrom niederwärts sich ergiesst. Ein grosser Moorstrom ergoss sich 1790 über Niedersill im Pinzgau[3]), und in Irland sind solche besonders in der Gegend von Belfast häufig. Vor nicht gar langer Zeit las man in

[1]) Klinge, Über Moorausbrüche (Bot. Jahrbücher für System., Pflanzengesch. und Pflanzengeogr., 14. Bd., S. 426 ff.)

[2]) Graf Solms, Karbonkohlen sind pelagochthon (Geogenetische Beiträge von O. Kuntze, Leipzig 1895, S. 18).

[3]) Reyer, a. a. O., S 387.

der Zeitung wieder von sehr gefährlich auftretenden Moorströmen in Irland.[1])

Solche Moorströme sind aber für die Entstehung der Stone-Rivers nicht ins Auge zu fassen. Denn als auf Falkland so überreichliche Feuchtigkeit vorhanden war, nämlich beim Schwinden der Eiszeit, war der Torfboden noch nicht da, der doch im wesentlichen als eine rezente Bildung betrachtet werden muss, und jetzt fehlt diesem, so weich er auch ist, jener hohe Grad von Durchsättigung, der zu Moorströmen die unerlässliche Vorbedingung bildet. Die ruhige, langsame, der unmittelbaren Sinneswahrnehmung sich entziehende Bewegung ist auch, gerade so wie in zersetztem Gesteinsboden, in schwammig vegetabilischer Erde häufiger als die plötzliche, katastrophenartige. Wir müssen also von rasch sich vollziehenden selbständigen Bodenbewegungen, von Muren und Moorströmen, absehen und an ihrer Stelle Oberflächenbewegungen inbetracht ziehen, die langsam vonstatten gehen.

Einsinken schwerer Gegenstände im schwammigen Vegetationsboden

Das Einsinken schwerer Gegenstände in dem weichen Torfboden ist eine leicht verständliche und häufig vorkommende Tatsache. Im Sommer 1904 wurde bei Mooriem in Ostfriesland[2]), als infolge der grossen Hitze der Boden tief aufklaffte, ein im Moor einst versunkener Eichenwald aufgefunden. Im Great Dismal Swamp in Virginien versinken mitunter mächtige Bäume senkrecht.[3])

Felsblöcke, die auf einen Torfboden geraten, werden nicht immer auf der Oberfläche bleiben. Sie verschwinden mit der Zeit in der sumpfigen vegetabilischen Decke und treten in und mit derselben eine langsame Wanderung gegen den Talgrund an, wenn eine Neigung vorhanden ist.

Beispiele von Massentransporten im Sumpf- und Moorboden.

Hiefür können Beispiele genannt werden. Karrer[4]) fand in einigen torfigen Humusschichten der Wiener Hoch-

[1]) Münchener N. N., 22. Dez. 1904.

[2]) Augsburger Postz., 1904, Nr. 224, S. 13.

[3]) Auch hiezu vgl. die zitierte Untersuchung von Graf Solms-Laubach.

[4]) Geologie der K. Fr. Jos. Hochquellenleitung, 1877, (Abh. d. K. K. geol. Reichsanstalt, IX, 1877, S. 52).

quellenleitung, z. B. bei Reichenau, Gebirgsschutt und zwar oben das feine und unten das grobe Material, weshalb er entschieden das ganze Gebiet für verschobenes Terrain hält. Ein anderes Vorkommnis schildert uns D. Stur[1]) von St. Cassian im südlichen Tirol. Der folgende Auszug fasst die wichtigsten Tatsachen zusammen, soweit sie im Hinblick auf die Stone Rivers Falklands von Interesse sind.

Die Gesteine des Untergrunds sind undurchlässig, weshalb die flacheren Teile der Gehänge den Anblick einer Sumpf- und Moorlandschaft gewähren. Die mehr oder weniger geneigten Gehänge bewegen sich nun sehr langsam, aber nicht gleich rasch abwärts. Die Bewegung verrät sich durch Sprünge, die den Rasen zerreissen und den Untergrund sehen lassen (nach v. Richthofen[2]) auch vielfach mit Wasser gefüllt sind). An unverrückbaren Erhöhungen staut und faltet sich die wandernde Oberflächendecke, und wo das Terrain jäh abfällt, gleitet sie in Schollen herab. An diesen abschüssigen Stellen zeigt sich der entblösste Rand des sumpfigen Wiesenplateaus in der Mächtigkeit von 20 bis 50 Fuss.[3]) Sonst sind Aufschlüsse sehr selten. Selbst grosse Waldteile nehmen an der Bewegung teil. Unter solchen Umständen begreift man, dass auch Felsstücke abwärts geschafft werden, die dann im Schutt der Niederungen als Fremdlinge auftreten. Es sind gewöhnlich Dolomitblöcke, welche von den Höhenriffen stammen. Diese haben hier in einer mässig breiten und sehr langsam abfallenden Talsohle einen Weg von wenigstens einer halben Meile vom Berg-Fusse her zurückgelegt. v. Richthofen hat in seiner bereits angeführten Erstlingsarbeit auch die Umgegend von St. Cassian beschrieben. Die Häufigkeit der Trümmerhalden und das Auftreten der Dolomitblöcke in tieferen Regionen

[1]) Eine Excursion in die Umgegend von St. Cassian (Jahrb. der K. K. Reichsanstalt; 18. 1868, ab S. 532).

[2]) F. v. Richthofen, Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, St. Cassian und der Seisser Alpe im Südtirol. Gotha, Perthes, 1860, S. 228.

[3]) Als solche Bodenstufen sind wohl auch die von D'Urville erwähnten Torfwände auf Falkland zu betrachten (s. S. 58.)

entging ihm nicht, aber die Bewegung der losen Massen hat er nicht betont. Er betrachtet die Erscheinung lediglich als das Werk von Verwitterungsvorgängen.[1])

Kritische Bemerkungen zur Theorie Thomsons.

Das Gesagte dürfte genügen um darzutun, dass Thomsons Erklärung der Steinströme von allen bis jetzt erörterten Möglichkeiten die grösste Wahrscheinlichkeit für sich hat. Die von wissenschaftlicher Seite erhobenen Einwände sind entweder nicht sehr stichhaltig oder doch nicht so bedeutend, dass sie uns zwingen könnten, die Theorie aufzugeben.

Widerlegung der von Schulz erhobenen Einwände.[2])

Die angeführten Beispiele entkräften das von Schulz geäusserte Bedenken, dass der Vorgang einzig in seiner Art sei. Im Gegenteil handelt es sich um eine weitverbreitete Erscheinung, deren Ursächlichkeit und Verlauf, wie wir gesehen haben, kein Naturgeheimnis mehr bildet. Sein weiteres Bedenken, dass die Temperaturunterschiede auf Falkland gering sind, fällt ebenso hinweg, da die Bewegung des „Soil-cap" hauptsächlich auf dessen bedeutende Durchfeuchtung zurückzuführen ist. In dem von Schulz und Darwin beobachteten Hineinwachsen des Torfbodens in die Stone Rivers kann ein Widerspruch mit Thomsons Erklärung von der Entfernung des lockeren Materials nicht gefunden werden Diese überwuchernde Vegetationsdecke ist vielleicht gerade die Bodenkappe, die zur gewohnten Ablagerungsstelle vordringt, um sich ihres Gesteinsinhaltes zu entledigen. Sollte aber diese gegenwärtig anwachsende Torfschicht der „Soil-cap" nicht sein, so ist zu bedenken, dass bei einem so ausgedehnten Zeitraum, den der Transport der Blöcke beansprucht, derartige kurzlebige und veränderliche Erscheinungen die sonst wohlbegründete Theorie nicht gefährden können. Übrigens hat Vallentin, mit dessen Anschauung wir uns gleich zu beschäftigen haben, gerade umgekehrt die

---

[1]) v. Richthofen, a. a. O., S. 70.

[2]) Vgl. S. 55.

Beobachtung gemacht, dass die Torfdecke einer fortschreitenden Abtragung unterliege.

Vallentins Gegengründe und ihre Würdigung.

Vallentin hat während seines Aufenthaltes auf Falkland die Steinströme genau studiert, ist aber zu ganz anderen Schlüssen gekommen als Thomson. Er entwickelt folgende Gedankenreihe:

Die Blöcke sind ohne Ausnahme durch die Verwitterung stark abgenutzt, wozu sehr lange Zeiträume nötig waren. Sie sind ferner in dem höher gelegenen Teile eines Stone River üppig mit Flechten bedeckt, aber immer spärlicher, je mehr man sich dem Fusse des Steinlagers nähert, wo sie schliesslich nackt daliegen. Darüber hinaus findet man sodann, wenn man im Torfboden gräbt, ein Blockmaterial von derselben Beschaffenheit wie im Steinstrom selbst, nur eben mit Torf überdeckt. Eine kräftige Denudation hat also, auf den Höhen beginnend, das lockere Material entfernt; sie arbeitet fort und fort und wird auch von den noch verhüllten Blockschichten die Torfdecke hinwegziehen, bis endlich der ganze Archipel nur mehr wie ein öder Sand- und Trümmerhaufen aussieht. Die Torfinseln sind Überreste des alten Torfbodens. Ist die Trennung schon lange eingetreten, so befinden sie sich tiefer im Gebiete der Blockansammlung und tragen als einzige Pflanze noch die zähe, lang ausdauernde Bolax glebaria; hat sie erst in jüngerer Zeit stattgefunden, so liegen sie in der Nähe der Ränder und sind mit einer üppigeren Vegetation bewachsen. Schlussfolgerung: Das Blockmaterial war aufgeschichtet, lange bevor die Torfdecke sich infolge Klimawechsels gebildet hat; jetzt kehrt der alte Zustand zurück, da die Denudation die Blöcke wieder aufdeckt.

Vallentins Darlegung gibt somit keinen Aufschluss über die Entstehung der Stone Rivers, sondern nur über ihr relatives Alter. Sie vermag die Theorie Thomsons nicht zu widerlegen. Denn ist der Deckboden mit den eingeschlossenen Blöcken ins Tal hinabgerückt und die Bewegung zur Ruhe gekommen, so wird die Denudation zuerst von den höheren Teilen und dann erst von dem unteren Ende des Steinstroms den Torfboden entfernen. Daran allerdings müssen wir auf Grund der Beobachtungen Vallentins

festhalten, dass seit der letzten grossen Ablagerung Hunderte von Jahren verstrichen sind.

J. Geikies Anschauung

Der Geologe J. Geikie sagt am Anfange seiner Besprechung der Theorie Thomsons[1]) wörtlich: „Nichts kann klarer sein als seine Erklärung der Art und Weise, wie die Quarzite verwittern und abbrechen auf den Abhängen, und man kann vollständig verstehen, wie die daraus entstehenden Trümmer allmählich in die Täler hinabgeschafft werden durch die von ihm angeführten Wechselwirkungen." Gleichwohl neigt er mehr zur Annahme eines „Erdgletschers", d. h. der Wanderung oberflächlicher Bodenschichten, die sich mit Wasser, besonders mit Schmelzwasser, vollgesogen haben. In seinem Buche über „Die Grosse Eiszeit"[2]) bespricht er des weiteren solche in ausserglazialen Gebieten vorkommenden Schuttablagerungen, die er „Rubble Drift" und „Had" nennt.

J. Geikie findet es schwerverständlich, wie die Bewegung des „Soil-cap" ein Tal in seiner ganzen Breite gleichmässig mit Blöcken aufschütten konnte; ebenso gibt er zu bedenken, dass nur eine unbedeutende Bodenschicht in Frage kommen könne. Allein diese Schwierigkeiten werden auch durch seinen Erklärungsversuch, die Annahme einer abgleitenden breiartigen Schuttdecke, nicht beseitigt. Die Torfdecke hat auf Falkland ohne Zweifel eine beträchtliche Dicke und ist infolge ihrer schwammigen Beschaffenheit und ihres ausserordentlich langsamen Vordringens wohl imstande, sich über das Tal auszubreiten. Endlich meint Geikie, die blosse oberflächliche Tätigkeit des Regenwassers arbeite schneller als die Bewegung vor sich gehe und führe also den Boden hinweg, ehe derselbe nur eine geringe Strecke vorwärts bewegt würde. Wir haben aber schon die Tatsache hervorgehoben, dass auf Torf- und Moorboden die Abspülung gering ist, weil er das Wasser sofort gierig aufsaugt.

---

[1]) James Geikie, „The Movement of the Soil-cap". (Nature, Vol. XV, Lond. 1877, S. 397.)

[2]) James Geikie, The Great Ice Age, Lond. 1894. Chap. XXVII, p. 386 ff. Über die Steinströme auf Falkland äussert er sich in Kap. 40, S. 722.

Ergänzungen zu der etwas fragmentarischen Erklärung Thomsons.

Die Erklärung Thomsons legt uns die Annahme nahe, dass die Massenbewegungen, wenn auch äusserst langsam, in der Gegenwart noch stattfinden. Denn da die gleichen Ursachen noch vorhanden sind, müssen ebenso die gleichen Wirkungen weiter bestehen. Doch hat es Thomson versäumt, den Beweis dafür zu erbringen. In dieser Hinsicht stimmen wir Renard bei, der einwendet, dass es an einer genügenden örtlichen Untersuchung fehle. Man sollte doch meinen, dass es, bei dem Mangel an Aufschlüssen, durch Nachgrabungen zu ermöglichen gewesen wäre, der geheimnisvollen Talfahrt der schwerfälligen Flüchtlinge, denen es auf luftiger Bergeshöhe nicht mehr gefallen hat, auf die Spur zu kommen. Indessen, wenn Renards Beobachtung, dass viele der kleinen moosigen Haufen nur Steine sind, die durch eine Pflanzendecke verhüllt werden, ihre Richtigkeit hat, so dürfen wir in diesen die Wandersteine erkennen. Einen Beweis für die Fortdauer der Torfbewegung in der Gegenwart dürfen wir in der Angabe Vallentins erblicken, dass die jetzt noch lebende Generation mehrere Torfrutschungen am Ufer gesehen hat.

Die Darstellung Thomsons von den Stone Rivers ist ein Torso. Er hat sich nicht zur Aufgabe gesetzt, eine erschöpfende Abhandlung über das Phänomen zu schreiben. Eine gefestigte Theorie der Bodenbewegungen, die uns die Betrachtung des Falls erleichtert, gab es damals noch nicht. Wir erfahren durch ihn, wie die Blöcke auf den Vegetationsboden gelangen, von dem sie bald überdeckt werden. Aber er überlässt es uns, den vorausgegangenen Verwitterungsprozess genauer zu verfolgen. In Bezug auf den Transport und die Ablagerung verdienen ein paar Momente, auf die Thomson nicht aufmerksam macht, einige Beachtung. Durch das Anhäufen der Blöcke am oberen Ende des Torflagers wird einerseits das Gewicht der Vegetationsschicht, anderseits die Steilheit ihrer Böschung erhöht, sodass bei genügender Durchfeuchtung die Abwärtsbewegung einsetzen kann. Dieselbe kommt, einmal im Gange, auch bei geringerer Neigung nicht gleich zur Ruhe. Die Ausfüllung erklärt sich nach Analogie der Gletscherrichtung und des Flusslaufes. Die Schwerkraft

führt auch den „Soil-cap" zu den tiefsten Stellen im Landrelief, zu den Talfurchen. So werden die Täler mit Blöcken ausgefüllt.

Die Frage, ob mehrere Transporte hintereinander stattgefunden haben, berührt Thomson nicht. Sie ist nach dem Vorausgehenden zu bejahen. So gewaltig kann der „Soil-cap" und seine bewegende Kraft nicht sein, dass er so grosse Blöcke in solcher Ausdehnung und Mächtigkeit auf einmal aufzuschütten vermöchte. Übersteigt also der Umfang der Wirkungen die Grösse der Kraftäusserungen, so müssen sich letztere summieren, um das richtige Verhältnis zwischen Ursache und Wirkung herzustellen.

Einige Schwierigkeit bereitet nun die Vorstellung, wie ein aus eckigen Trümmern bestehendes Gesteinslager von einer weiteren Decke mit Gesteinsinhalt ziemlich regelmässig überlagert werden kann. Das ist jedenfalls ein wunder Punkt in der Theorie Thomsons. Jedoch dürfen wir annehmen, dass die Entfernung des „Soil-cap" manchmal längere Zeit in Anspruch genommen hat als der nachfolgende Transport brauchte, so dass die Beschaffenheit der Unterlage der Oberflächenbewegung kein unüberwindliches Hindernis entgegensetzte. Für die Gegenwart trifft aber eher der umgekehrte Fall zu. Der „Soil-cap" ist bereits entfernt,[1]) dagegen scheint der angrenzende Torf die Steinströme überwuchern zu wollen. Wenn so die Zwischenräume zwischen den Blöcken ausgefüllt sind, dann kann die Überdeckung wieder leicht vor sich gehen. Die gegenwärtig zu beobachtende gleichmässige Lagerung der Blöcke ist das Endresultat des Zusammensinkens, des „Insichsackens" des Gesteinsmaterials bei Entfernung des Torfmulls und des leichteren Gesteinsschuttes.

Nach erfolgter Ablagerung hat das Wasser die Beschaffenheit der Blöcke nicht mehr verändert. Denn so lange die Fugen mit Torfresten, vielleicht auch mit Sand und Schlamm angefüllt waren, wurde die Energie des fliessenden und sickernden Wassers durch die Fortschwemmung des

[1]) Wir nehmen dabei an, dass der auf die Blöcke übergreifende Torfboden der „Soil-cap" nicht ist; vgl. S. 79.

Detritus aufgebraucht. War das geschehen, so stürzte und rann das Wasser durch die erschlossenen Öffnungen zwischen den Steinen, ohne diese sonderlich abzunutzen. Eine Wiederverkittung der grossen Blöcke zur Breccie war von selbst ausgeschlossen.

Man könnte einwenden, die Abwärtsbewegung des „Soil-cap" müsste eine völlige Entblössung besonders an den höher gelegenen Stellen und damit das Ende der ganzen Erscheinung zur Folge haben. Doch ist die Bewegung so ausserordentlich langsam und die Pflanzendecke so stark und rasch wuchernd, dass dieser Fall nicht eintreten kann.[1])

Wir fassen mithin das Ergebnis unserer Untersuchung über die Theorie Thomsons in die Worte zusammen: Es sprechen in der Tat gewichtige Gründe dafür, dass auf Ostfalkland lockeres Moor und dichterer Torf schwere Blöcke auf schwach geneigtem Boden viele Kilometer weit von den Höhen in die Täler geschafft und in ziemlich gleichmässigen Schichten abgelagert haben. Leider haben örtliche Untersuchungen, die vor allem die Blöcke in Bewegung zu verfolgen hätten, noch nicht stattgefunden. Volle Klarheit und Gewissheit, welche die Theorie zur unumstösslichen Tatsache erheben könnte, besteht also nicht, aber es haben die wenigen Kritiker Thomsons eine bessere, den gegebenen Verhältnissen in gleicher Weise gerecht werdende Erklärung auch nicht zu geben gewusst.

Eine Modifikation der Theorie Thomsons.

Nur eine Möglichkeit, die auch Andersson und J. Geikie im Auge zu haben scheinen, verdient hier noch kurz erörtert zu werden. A. Leppla schildert in einer Abhandlung[2]) Schuttbildungen im Hunsrück, die eine so

---

[1]) Vgl. D. Stur, Eine Exkursion in die Umgegend von St. Cassian (Jahrbuch der K. K. geol. Reichsanstalt. 18, 1868, S. 534).

[2]) A. Leppla, Über Schuttbildungen im Bereich des Taunusquarzits innerhalb der Blätter Morscheid, Oberstein und Buhlenberg. (Jahrb. der K. Preuss. geol. Landesanstalt, XV, 1895, S. XXXVIII bis XLV.)

überraschende Übereinstimmung mit denen Falklands zeigen, dass sich uns von selbst auch der Gedanke an gleichartige Entstehung aufdrängt.

Vergleich der Stone Rivers mit Schuttbildungen im Hunsrück

Im Hunsrück wie im Gebiet der Wickhamberge ragen die rück- und riffbildenden Quarzite und quarzitischen Sandsteine des Unterdevons über die sie begleitenden Tonschiefer empor; erstere sind äusserst widerstandsfähig, letztere aber bezeugen ihren geringeren Widerstand gegen die zerstörenden Agentien schon durch die sanfteren und flacheren Oberflächenformen. Die abstürzenden Blöcke sammeln sich in grosser Zahl am Fusse der steileren Gehänge an. Auf Falkland fallen sie auf einen Torfboden, im Hunsrück auf einen verwitterten Tonschiefer, der im feuchten Zustande eine gewisse Plastizität besitzt. In beiden Fällen gerät nun das Schuttmaterial ins Gleiten, der Linie des stärksten Gefälles folgend, um schliesslich in den Tälern abgelagert zu werden. Auf Falkland sind die Schuttablagerungen an ihrem unteren Ende am breitesten, da die Täler sich erweitern und aus Nebentälern einmündende Seitenströme die Masse des Hauptstroms vermehren; im Hunsrück aber haben die Schuttlappen, die sich in den obersten Anfängen der gegen die Mosel und besonders gegen die Nahe zu gerichteten Täler bilden, infolge der zu einem Engpass zusammentretenden Gehänge ein zugespitztes Ende. Leppla gibt diesen Blockanhäufungen wegen ihres Aussehens die Bezeichnung „Schuttströme“ oder „Ströme“ schlechthin, so dass die beiden von uns verglichenen Erscheinungen sogar dem Namen nach übereinstimmen. An Grossartigkeit dürften die falkländischen Steinströme die des Hunsrück weit übertreffen, obwohl auch letztere mitunter eine beträchtliche Ausdehnung haben. Die Blöcke sind hier wie dort verschieden gross und meist etwas kantengerundet. Wenn sie auf Falkland regelmässiger aufgehäuft zu sein scheinen als im Hunsrück, so hängt das wohl dort mit der grösseren, hier mit der geringeren Gleichmässigkeit der Talsohle zusammen. Leppla hat als eine Wirkung der Massenbewegung das Hakenwerfen und die Zertrümmerung und Fortschaffung der Schichtköpfe der Tonschiefer be-

obachtet. Daher findet sich eine lehmige Zwischenmasse in den Blockablagerungen. Auf Falkland sind die Veränderungen des Untergrundes durch den Blocktransport nicht festgestellt, weil es an Aufschlüssen fehlt (vgl. übrigens weiter unten); der Gesteinsdetritus zwischen den Blöcken aber tritt nicht zutage. Auch für die Bodenbewegungen im Hunsrück ist eine starke Neigung nicht erforderlich. Abhänge im Tonschiefer von 2—3° Böschungswinkel sind mehrere Kilometer weit vom Anstehenden mit den Quarzitblöcken bedeckt. Hier wie dort schliesst sich die Ver-Verbreitung der Schuttmassen aufs engste an die gegenwärtige Oberflächenform an. In beiden Fällen ist der Anfang der Schuttbildung ins Ende der Diluvialzeit zu verlegen und Leppla bezeichnet den Vorgang mit aller Bestimmtheit als einen alluvialen, der in der Gegenwart sich noch abspiele. Der einzige wesentliche Unterschied besteht darin, dass bei den deutschen Massentransporten im Hunsrück die Blöcke auf feuchter toniger Unterlage abwärts gleiten, wärend die falkländischen von einer schwammigen Vegetationsmasse getragen und geschoben werden.

Möglichkeit des Abrutsches der die StoneRivers zusammensetzenden Blöcke auf erweichter diluvialer Sand- und besonders Tonunterlage.

Dieses unterscheidende Merkmal fiele mit der Annahme hinweg, dass die Blöcke am Ende des Diluviums abgerutscht sind. In der Eiszeit fehlte der Torfboden; an seiner Stelle befand sich eine tiefe Schneedecke, deren Schmelzwasser den Untergrund aufweichten. Besonders beim Schwinden des Schnees geschah dies in hohem Grade, und es musste in dem in einen Brei umgewandelten Ton und Sand das Abgleiten der Blöcke in gleicher Weise vonstatten gehen wie es Leppla für die Taunusquarzite auch noch für die Gegenwart beschreibt. Die Unterlagerung des Quarzits mit Ton scheint auf Falkland gewöhnlich zu sein. Den Sandstein bezeichnet Darwin als untergeordnet, und an einigen Stellen der Küste konnte er ganz gut den sehr allmählichen Übergang zwischen Tonschiefer und Quarzit verfolgen.[1]) Die tonige Unterlage war also vielfach vorhanden. Darwin

[1]) Darwins Reise eines Naturforschers, übersetzt von Carus, Leipzig 1875, S. 269.

gibt uns ein Profil von einer Küstenpartie (s. Fig. 10). Dasselbe zeigt in seinen Faltungen, den eingeschlossenen Nestern und Bändern von Sandstein eine so auffällige Übereinstimmung mit den Erscheinungen, die man an bewegtem Terrain zu sehen gewohnt ist, dass wir geneigt sind, diese Störungen nicht für tektonisch zu halten, sondern als Beweis für einstige Bodenbewegungen zu betrachten.

Somit kommen wir zu dem Schlusse: Sollten genaue örtliche Untersuchungen auf Falkland das Ergebnis haben, dass die Bewegung in der Gegenwart nicht fortdauert und der Torfboden, so wie er jetzt ist, sich nicht eignet, Blockmaterial zu befördern, so wäre die Theorie Thomsons in der angegebenen Weise zu modifizieren. Auch wenn die Bewegung des „Soil-cap" als erwiesen zu gelten hat, schliessen sich der alluviale Transport und der oben angedeutete diluviale nicht geradezu aus, vielmehr kann, der Natur der Sache nach, der erstere den letzteren ganz gut abgelöst haben.

Felsenmeere.

„Stone Rivers" oder „Felsenmeere".

Die bisherigen Ausführungen bestätigen die Richtigkeit des Leitsatzes, von dem wir S. 16 ausgegangen sind, dass nämlich die Stone Rivers keine gesonderte aussergewöhnliche Naturerscheinung darstellen. Nach ihrer Entstehungsursache zählen sie zu den selbständigen Bodenbewegungen, in ihrem Aussehen und ihrer Beschaffenheit aber gleichen sie ganz jenen Blockanhäufungen, die wir als „Fels-, Block- oder Steinmeere" zu bezeichnen gewohnt sind, und dieser Erscheinungsform möchten wir die Stone Rivers, ohne den Vorwurf unberechtigter Generalisierung zu befürchten, mit Siegmund Günther[1]) unbedenklich einreihen. Die dem Verkehr entrückte Lage der Falklandinseln mag daran schuld sein, dass bis jetzt nur ein einziger deutscher Forscher das Phänomen aus eigener Anschauung kennen gelernt hat, und dieser, Gustav Schulz, gebraucht den Ausdruck „Felsmeer" nicht, sondern entlehnt die Bezeichnung den Engländern. Übrigens

[1]) Handbuch der Geophysik, 2. B., 1899, S. 882.

vermuten wir, dass englische Naturforscher sich manchmal des Wortes „Stone River“ für unser „Blockmeer“ bedienen, denn Abraham[1]) spricht auch die Blockmeere des Harzes als „Stone Rivers“ an.[2]) Es besteht also kein wesentlicher Unterschied zwischen „Steinmeer“ und „Steinstrom“ oder „Stone River“; letzterer ist nur in der einen Richtung ausgedehnter als in der anderen.

Entstehung der Felsenmeere.

Mit Recht darf angenommen werden, dass die Bildungsweise der falkländischen Felsenmeere auf einige der sehr zahlreichen Blockmeere unseres Heimatlandes im Böhmerwald (Plöcklstein!), Fichtelgebirge (Luisenburg!), an der Bergstrasse im Odenwald, ferner im Westerwald, Harz und dem Hauptrücken des Riesengebirges sich anwenden lässt. Blanckenhorn[3]) führt die „Wildnis“ bei Erlangen, Leppla die Schuttbildungen im Hunsrück, Abraham Blockmeere im Harz auf Bodenbewegungen zurück. Eine jede Schuttbildung, die grosse Blöcke enthält, stellt ein zukünftiges Felsenmeer dar, da früher oder später das Wasser das leichtere Schuttmaterial von den grossen Steinen entfernt haben wird.

Es mag am Schlusse unserer Abhandlung gestattet sein, im Zusammenhang mit der von uns dargelegten Entstehung der Blockanhäufungen auf Falkland über die Bildung der Felsenmeere überhaupt zu sprechen. Sie wurden früher gern auf Erdbeben und vulkanische Ausbrüche zurückgeführt,

---

[1]) Phin. S. Abraham, „Stone Rivers“ (Nature, Vol. XV, Nov. 1876 to Apr., S. 431).

[2]) Es scheint, die Wissenschaft hat sich bis in die 70er Jahre des verflossenen Jahrhunderts hinein noch nicht mit den Felsmeeren genauer beschäftigt, denn sonst würde doch einer der Falklandforscher die Stone Rivers, wenigstens ihrem Aussehen nach, mit den Blockansammlungen, die wir als Felsmeere bezeichnen, verglichen haben, oder man könnte doch von Abraham eine darauf hinzielende Wendung erwarten. Dieser Punkt weist wieder auf die Bedeutung der Geschichte der Geographie hin, indem er zeigt, wie sehr sie die Behandlung eines geographischen Problems zu erleichtern vermag.

[3]) Das Diluvium der Umgegend von Erlangen (Sitzungsberichte der phys.-med. Sozietät in Erl., 27. Heft, 1895) S. 24.

gerade wie auch Pernetty und Darwin die Stone Rivers so zu erklären versuchten. Den Felsenmeeren der Luisenburg im Fichtelgebirge, dem schon von Goethe[1]) studierten Prototyp der Blockmeere, hat noch Humboldt[2]) (ebenso Naumann) eine solche Ursache zugeschrieben. Jetzt wird die Bildung der Steinmeere fast ausnahmslos auf Verwitterungsvorgänge zurückgeführt.

In einer instruktiven Monographie von Chelius[3]) findet man mit Bezug auf die Felsenmeere im Odenwald Entstehungsursachen angegeben, wodurch gegenwärtig wohl fast allgemein die Felsenmeere überhaupt erklärt werden. Indem wir davon das, was von allgemeinem oder für unsere Stone Rivers von besonderem Interesse ist, anführen, dürfte sich auf Grund der in vorliegender Arbeit gewonnenen Anschauungen zeigen, wie gerade hier die Theorie der Erdbewegungen mehr Berücksichtigung verdiente.

Chelius nimmt für eine Gruppe von Felsenmeeren im Odenwald als Entstehungsursache die Erosion einer Gesteinslage in Rinnen eines Bergabhanges an. Man wird unwillkürlich an unsere Beschreibung der Stone Rivers erinnert, wenn man bei Chelius liest: „Kleine Felsenströme scheinen sich zu vereinen und mit vielen anderen zu einem grossen Strom zusammenzufliessen, entsprechend der Verzweigung der Quellrinnen, die sich zu einem Bache zusammen finden. Unter den Felsblöcken hört man noch heute den Bach rauschen und weiter arbeiten.“ Von den vier nach Chelius im Odenwald gültigen Fällen ist dies der einzige, der für die Stone Rivers in Erwägung gezogen werden könnte. Wir müssten dann annehmen, dass früher eine zusammenhängende Quarzitdecke einen grossen Teil Ostfalklands überzogen habe und dass die Steinströme durch Zusammenbruch ehemaliger fester Quarzitbänke bewirkt worden

---

[1]) Goethes sämtliche Werke in 40 Bänden IX., Stuttgart 1858, S. 277 ff., 356 ff.

[2]) Fr. Ratzel, Die Erde und das Leben, I., S. 520.

[3]) C. Chelius, Die Bildung der Felsenmeere im Odenwald (Zeitschrift der geol. Gesellschaft, 48, 1896, S. 652).

seien, welche die Verbindung der jetzt noch seitlich aufragenden Kämme herstellten. Der Zusammenbruch wäre in Wasserrinnen erfolgt; durch die Entfernung der rascher verwitternden weichen Zwischenlagen von Sand und Tonschiefer würde sich die ganze Masse gesetzt haben, so dass jetzt die Steinströme in Tälern vorkommen. Aber einmal ist die Annahme einer allgemeinen Quarzitdecke gewagt; ferner kann die ebene Ausstreuung der Steinblöcke nicht gut durch einen Verwitterungsprozess bedingt sein, da ein solcher nicht leicht mit dieser Gleichmässigkeit in die Tiefe schafft, sondern hier weiter, dort weniger weit vordringt und mithin eine unebene Oberfläche erzeugt; endlich würde eine so kräftige Erosion die Gestalt der Fragmente verändert haben, wie auch die dieser Art von Felsenmeeren angehörigen Gesteinskerne des Hornblendegranits im Odenwald rund oder oval sind. Wir bleiben deshalb bei der Annahme eines präexistierenden Tals, in welches die Blöcke erst durch Transport gelangt sind.

Eine weitere Art der Bildung von Felsenmeeren im Odenwald besteht in der Erosion des Gesteins und dem Transport der Fragmente in Bachrinnen. Als Beispiel gibt Chelius das Felsenmeer bei Schlierbach an. Hier begegnen sich Schiefer und Diorite. Erstere verwittern schnell und bilden flache Hügel, letztere sind widerstandsfähig und ragen in steilen Wänden über jene empor. (Vgl. die Lagerung der Schiefer und Quarzite auf Falkland!) Die Bäche erweitern die Klüfte des Dioritgesteins und rollen das erodierte Material, meist kleinere Blöcke, auf die Schiefer hinab. Eine derartige Erklärung lässt sich, wie schon gezeigt wurde, auf die falkländischen Blockmeere nicht anwenden.

Für die Felsenmeere am Buch bei Lindenfels gibt jener Verfasser eine andere Deutung, nämlich Auswaschung von Felsblöcken aus Blocklehm, also ehemaliger Grundmoräne. Er setzt demnach die Existenz eines früheren Gletschers voraus. Unseres Erachtens mit Unrecht. Denn es liegen alle charakteristischen Kennzeichen für Rutschungen, für selbstständige Bodenbewegungen vor. Chelius nennt sie selbst:

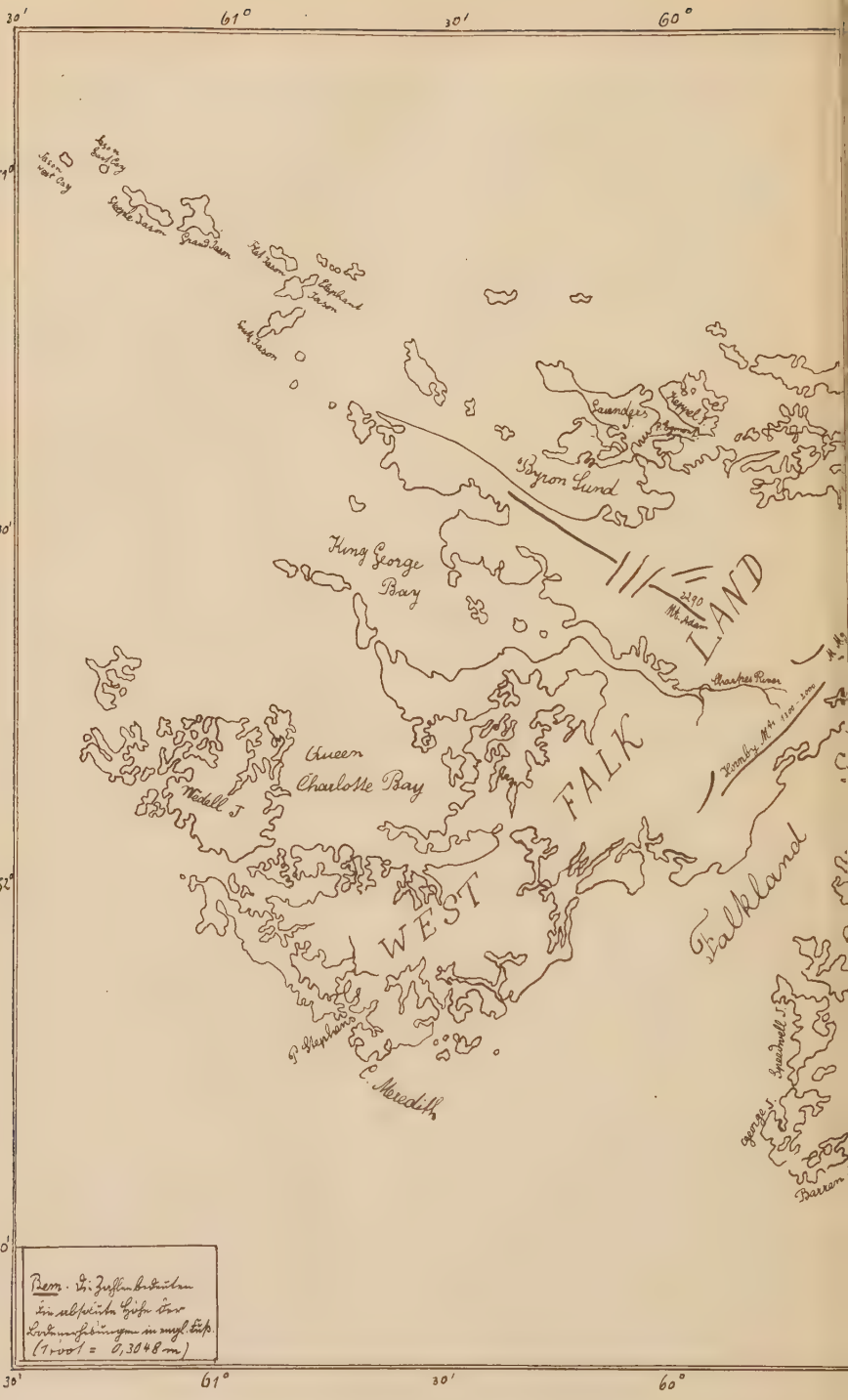
Wellige Zusammenpressungen, Umbiegung der Schichten in der Richtung des Abhangs, Verschleppung der zertrümmerten Köpfe und Vermischung derselben mit Lehm, dem Zerreibungsprodukte des Diorits. In dieser Ansicht bestärkt uns der Umstand, dass Chelius durch seine Untersuchungen zur Überzeugung gekommen ist, die abgelagerten Blöcke seien von dem weit entfernten Gipfel des Berges gekommen. Gletscher bilden sich nicht am Gipfel, sondern in den obersten kesselartigen Talanfängen und Karen.

In einem Tälchen, welches von der Burg Rodenstein nach der Freiheit und nach Landenau führt, befinden sich Steinmeere als Talsperren, die nach Chelius durch Auswaschung von Endmoränen entstanden sein sollen. Da wir daran festhalten, dass der Odenwald nie eigentlich vergletschert war, möchten wir diese Felsenmeere gleichfalls als „pseudoglaziale Erscheinungen" auffassen. Die moorigen Wiesenflächen gerade oberhalb eines Felsenmeeres haben uns zuerst auf den Gedanken gebracht, eine Deutung im Sinne Thomsons zu versuchen. Allein bei näherem Zusehen zeigte sich die Schwierigkeit der Anwendung dieser Theorie auf die gegebenen Verhältnisse. Immerhin scheint uns folgende Entstehung wahrscheinlich zu sein:

Die Blöcke der Felsenmeere stammen von dem anstehenden Gestein, das, nach der von Chelius gegebenen Skizze (Fig. 8 dortselbst) zu schliessen, vollständig zersetzt ist. In der Eiszeit musste eine starke Schneedecke die Gehänge bekleiden und besonders in den Mulden sich ansammeln. Die Schmelzwasser am Schlusse der Eiszeit weichten den Boden bis in beträchtliche Tiefe auf und riefen in den drei Becken (vgl. Figur) einen Morast hervor, wie auch in der Gegenwart noch die hier muldenartige Talform die Sumpf- und Moorbildung begünstigt. An den steileren Gehängen, wo jetzt sich die Felsenmeere befinden, vollzog sich gleichfalls eine ausgiebige Durchfeuchtung des Bodens. Durch die starke Neigung und den Druck der schweren Schneedecke kam die breiige Oberfläche hier ins Gleiten, das bis zum Beginne der flacheren Talsohle andauerte. Die Stirne des Erdgletschers

ist gewölbt, weil die Bewegung in der Mitte eine raschere war als an den Seiten, wo die bedeutende Reibung an den steilen Gehängen das Vorrücken der wandernden Erdmasse hemmte; hier blieben die Blöcke gegen die vorgeschobene Mitte etwas zurück.

Die Theorie von den Bodenbewegungen ist also geeignet, über die Entstehung nicht nur der Stone Rivers, sondern auch manch anderer Felsenmeere Licht zu verbreiten.


30'
61°
30'
60°
51°
30'
52°
30'
Byron Sund
King George Bay
LAND
Queen Charlotte Bay
WEST FALK
Falkland
C. Meredith
Barren
61°
60°

Kartenskizze von den Falklandinseln.

Originalgröße in etwa 6-facher Verkleinerung nach der zweiblättrigen Karte der englischen Admiralität No. 1354a und b.

("The Falkland Islands. Surveyed by Captains R. Fitz Roy and B. J. Sulivan R.N. and Commander W. Robinson, R.N. 1838-1845. With additions to 1883")

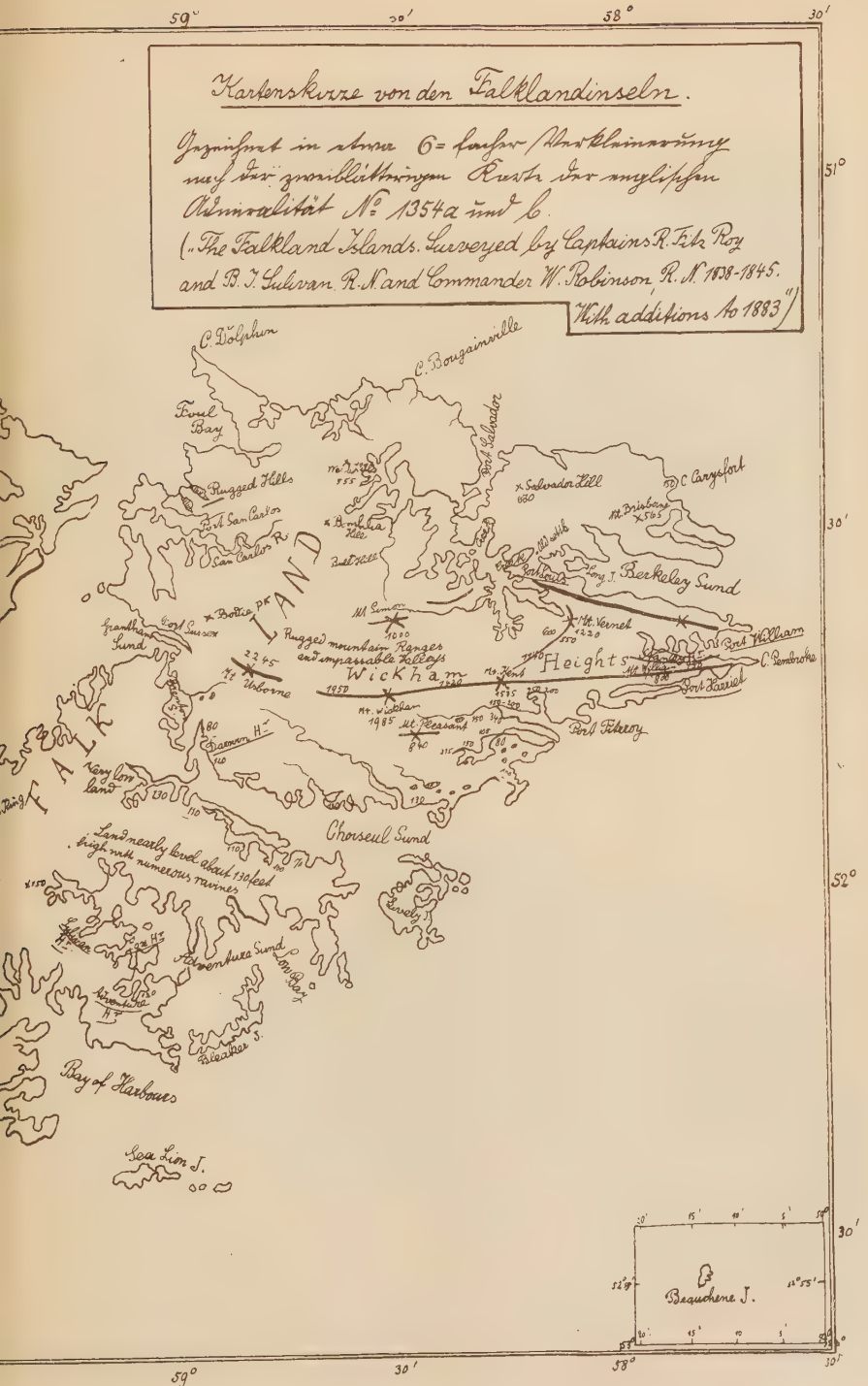
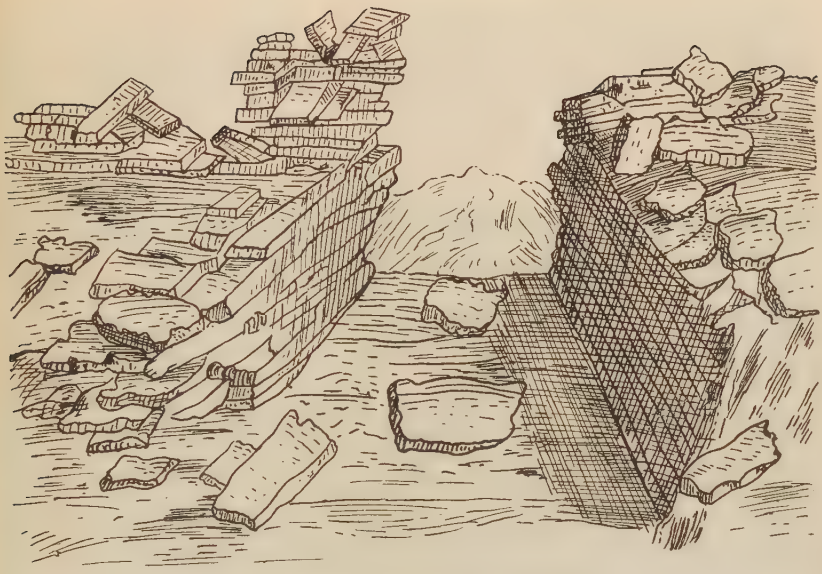
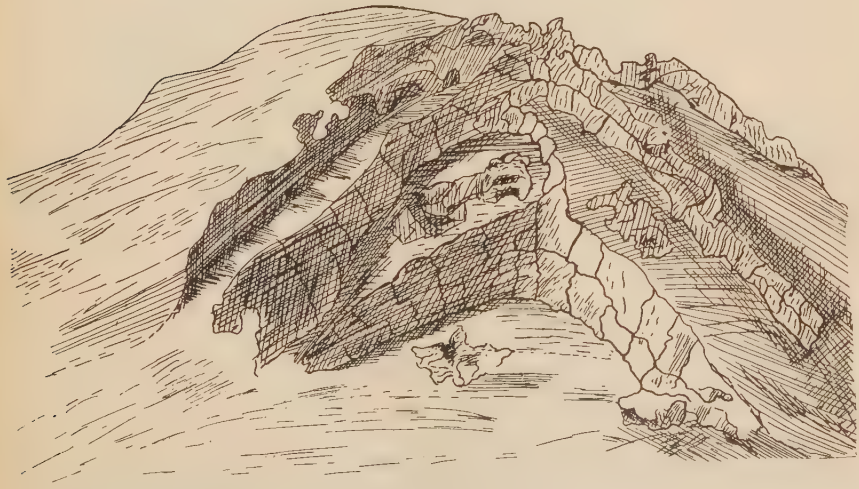


Fig. 1.



„Stadttor“-Ruine. Vgl. S. 16.

Fig. 2.



„Amphitheater“. Vgl. S. 16.

Fig. 3.

Steinstrom der Falklandinseln. Vgl. S. 13.
Nach einer Originalphotographie von G. Schulz.

Fig. 4.

Kuppelförmiger Quarzhügel mit einwärtsfallenden Schichten am nördlichen und südlichen Fusse.

Fig. 5.

Quarzhügel mit nach Süden überliegender Falte.

Fig. 6.

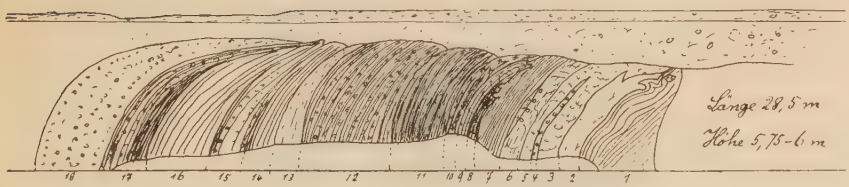
50° bis 55° nach Norden einfallende **Quarzschichten** mit einer Falte in der Mitte.

Falten. Vgl. S. 26 und 31.
Aus „Darwin: On the Falkland Islands". (The Quart. Journ. of the geol. Soc. of Lond. Vol. II, Part. 1. 2., 1846, Page 271, 272.)

Fig. 7.

Halbzylindrisches Bruchstück. Vgl. S. 23 und 32.
Aus „Ch. Darwin: On the F.-Isl. etc." S. 273.

Fig. 8.



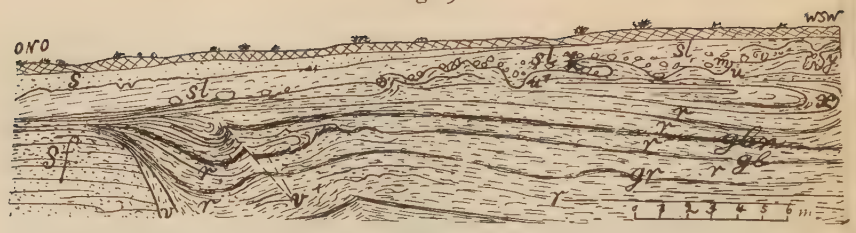
Aufgerichtete und umgebogene Schichten. Vgl. S. 72.
(Reproduktion der Fig. 4 Pl. II von Lorié. Text S. 16, 17.)

Erklärungen:

1, 7, 14, 16 fein geschichter Sand.
11 gröberer Sand.
12, 15, 17 gröberer Sand mit Kies.
2, 3, 5, 6, 13 feiner Kies.
18, 4, zum Teil *6* grober Kies.
10, 8 Ton.

Bem.: Das Hangende ist ungeschichtet und enthält Reste des Untergrundes „Queue" von 18 besitzt eine Länge von 6 m.

Fig. 9.



Stauchungserscheinungen im Keuperletten bei Langenzenn. Vgl. S. 73.
(Aus „Thürach", a. a. O., Fig. 3 D S. 669.)

Erklärungen:

s Sand.
sl geschichtete, stark sandige, wenig feste Letten.
m moränenartiges Gesteinsmaterial (Blasensandstein).
z zungenartige Auszackung des Untergrundes
*y, u, u*¹ sackförmige, bis über 1 m tiefe Gruben im Lettenschiefer.
x Umbiegung und Auswalzung der oberen Lettenlagen.
r stark rotbraun gefärbte Lettenschiefer.
gr grünlichgraue
gb gelbbraune
gbr hellrotbraun bis gelbrote } steinmergelartige Lagen.
sf Schilfsandstein.
*v, v*¹ Verwerfungen.

Fig. 10.

Schichtenstörungen auf den Falklandinseln. Vgl. S. 86.
(Aus „Ch. Darwin: On the F.-Isl. etc." S. 271).

Erklärungen:

A, D, F: Tonschieferschichten mit einer zum Horizonte senkrechten Transversalschieferung („Cleavage").
E und teilweise *C:* Ähnliche Schichten mit zu jeder Krümmung senkrechten Transversalschieferung.
B und teilweise *C:* Tonschieferschichten mit unvollkommener Schieferung; die punktierten Teile stellen eingeschlossene Sandsteinnester dar.
F: Tonschieferkern von ungefähr 2 Fuss Höhe und 1 Fuss Breite, entstanden durch seitliche Pressung.
Bem.: Diese Kerne kommen in fast allen Falten vor.

Namen-Index.

Abraham 87, 88.
Andersson 17, 41 ff., 84.
Baltzer 33, 68.
(De) Beaumont 32.
Belgrand 65.
Belt 75.
Bettinghaus 64.
Blaas 39.
Blanckenhorn 59, 64, 70 ff., 88.
Borchgrevingk 9.
Bornemann 74.
Bougainville (Louis de) 3, 4, 16.
Branco 39, 48, 70, 74, 75.
Broeck (Van den) 64, 65.
Brückner 20, 21, 35, 41, 57, 68, 69.
Byron 3,
Chelius 89 ff.
Cook 1.
Cowley 2
Credner 21, 27.
Dalrymple 38.
Darwin 4, 5, 7, 8, 11 ff., 19, 22 ff., 42, 46, 53, 54, 57, 61, 79, 86, 88.
Davis 2.
Davison 65.
Deecke 21.
Dieffenbach 71.
Diener 33.
Dutton 53.
Egmont 3.
Erlwein 73.
Falkland 2.
Fisher (Fischer) 47, 61, 62, 63, 64.
Fitz Roy 17,
Forster 1.
Fouquet 3.
Fraas 39, 70, 74.
Frezier 2.
Fuchs 59, 64, 67, 69, 70, 73.
Gaudichaud 9.
Gaudin 32.
Geikie 11, 17, 28, 47, 81, 84.
Goethe 88.
Gümbel 55.
Günther 12, 34, 37, 43, 54, 55, 87.
Hamilton 52.
Hawkesworth 3, 9.
Hawkins 2.
Heim 52.
Hess 12, 37.
Hettner 56.
Hintze 29.
Hochstetter 55.
v. Humboldt 19, 20, 89
Hunt 72, 75.
Karrer 77.
Katzer 55.
Kayser 27, 51, 55, 71.
Kerr 47, 66, 69, 75
Kirchhoff 39.
Klemm 72.
Klinge 76.
Koken 75.
Kükenthal 9.
Kuntze 40.
Larsen 9.
Leppla 84 ff., 88.
Liebe 71.
Lipold 55.
Lorié 11, 46, 59, 69, 72, 75.

Löwl 31.
Lyell 18.
Mallet 69.
Morris 8.
Mosely 65.
Naumann 89.
Neumayr 33.
Nötling 75.
Pasquier (Léon Du) 39.
Passarge 49.
Pechuel-Loesche 49, 50, 57.
Penck 29, 35, 37, 38, 39, 41, 49, 57, 60, 61, 64, 66, 67, 70.
Pernetty 3, 4, 9 ff., 18, 19, 21 ff., 25, 27, 28, 30, 32, 38, 49, 53, 54, 58, 88.
Powell 52.
Pröscholdt 73.
Pumpelly 49.
Quenstedt 8.
Ratzel 19, 20, 22, 36, 43, 51, 55, 56, 89.
Regel 75.
Renard 11, 25, 28, 29, 35, 36, 45, 82.
Reyer 69, 75, 76.
v. Richthofen 78.
Ritter 51.
Roggeveen 3.
Rothpletz 39.
Schiller 3, 9
Schmidt 20, 21.
Schulz 11, 12, 22, 38, 46, 48, 49, 50, 79, 87.
Sharpe 8.
Sievers 1, 2, 9, 30.
Simony 52.
Solms (Graf Solms-Laubach) 76, 77.
Strong 2.
Stur 78.
Suess 31.
Sulivan 7, 23, 25, 32.
Supan 9.
Thomson 3, 5, 11 ff., 17, 25, 28, 31, 38, 44 ff., 49, 50, 58, 59, 76, 79 ff., 87, 91.
Thoroddsen 20.
Thürach 61, 65, 72, 73, 74.
Toula 53.
Trimmer 61, 63.
Uhlig 33.
Urville (Dumont D') 9, 38, 50, 58, 78.
Vallentin 11, 47, 79, 80, 82.
Vernet 4.
Walther 49, 56.
van Weert 2.

Berichtigungen.

S. 1 Fussnote [1]): Sievers' statt Siever's.
S. 3 Fussnote [2]): demjenigen statt Demjenigen.
S. 9 Fussnote [2]): Borchgrevingk statt Borchgrevink.
S. 30 Z. 8 v. u.: dele: dreimal.
S. 33 Randtitel: Quarzit-„Klippen".
S. 33 Z. 8 v. o.: berücksichtigt statt brücksichtigt.
S. 40 Z. 16 v. o.: Regen statt Rege.
S. 47 Z. 2 v. u.: Albtrauf statt Abtrauf.
S. 48 Z. 17 v. o.: Falklands statt Ealklands.

Curriculum vitae.

Am 29. August 1870 wurde ich, Bernhard Stechele, katholischer Konfession, zu Landsberg am Lech geboren als Sohn des seit 1879 verstorbenen Maurers Joseph Stechele und dessen Ehefrau Juliana, geb. Schorg. Nach dem Besuche der ersten vier Klassen der Elementarschule meiner Vaterstadt und der damals noch vierkursigen Realschule wandte ich mich dem humanistischen Studium zu und absolvierte im Jahre 1892 das Gymnasium in Freising. Nun bezog ich die K. Ludwig-Maximilians-Universität zu München und studierte im ersten Jahre hauptsächlich Philosophie, im zweiten Theologie. Dann widmete ich mich ausschliesslich dem Studium der Realien und hörte die Professoren Grauert, Heigel, Muncker und Paul. Doch empfing ich die fachwissenschaftliche Ausbildung für meinen Beruf vorzugsweise an der Technischen Hochschule, die ich gleichzeitig als Hospitant der Allgemeinen Abteilung frequentierte. Hier waren meine Lehrer die Professoren Günther, Stieve und Hertz.

Im Jahre 1896 legte ich die Prüfung für den Unterricht in der deutschen Sprache, der Geschichte und der Geographie ab und wurde, nachdem ich aushilfsweise an den Realschulen zu Landsberg a. L., Freising, Neumarkt i. O. und Schweinfurt Verwendung gefunden hatte, im November 1898 als Assistent für Realien an der K. Realschule in Bamberg angestellt. Durch Dekret vom 12. Juli 1903 wurde ich zum K. Reallehrer an der Realschule in Dinkelsbühl befördert, woselbst ich gegenwärtig noch wirke.

Seit 1897 mit Marie, geb. Strobl verheiratet, besitze ich vier Kinder, drei Mädchen und einen Knaben.

Im Oktober 1905 bestand ich die besondere (zweite) Prüfung nach Ausarbeitung der vorliegenden Abhandlung und wurde im März 1906 auf Grund derselben Arbeit in der philosophischen Fakultät der Universität Erlangen promoviert.

Es ist mir ein Herzensbedürfnis, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Günther, zu danken für die reiche wissenschaftliche Anregung und Förderung und sein mir stets bewiesenes Wohlwollen. Ebenso sage ich herzlichen Dank Herrn Professor Pechuel-Loesche für sein liebenswürdiges Entgegenkommen und das Interesse, das er an meiner Arbeit genommen.